

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

(назва факультету, інституту)

електропостачання

(назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 621.311

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва спеціальності)

спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективність»
(код і назва спеціальності)

на тему: «Комплексний енергомоніторинг на ринку електричної енергії з використанням Smart Metering System»

Виконала: студентка 2 курсу, групи ОН-з91мп

Винар Ярослава Юріївна _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник канд. техн. наук, доцент Коцар О.В. _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д. _____
(вчена ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент директор ТОВ «ЕНЕРГОЛАЙТ КОМПАНІ» Миргородська О. П. _____
(вчена ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Факультет (інститут) Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра електропостачання
(повна назва)

Освітньо-кваліфікаційний рівень другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,
спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективність»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.А. Попов
«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студентці

Винар Ярославі Юріївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації : «Комплексний енергомоніторинг на ринку електричної енергії з використанням Smart Metering System»

Науковий керівник Коцар О.В., канд. техн. наук, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «03» листопада 2020 р. №3198-с

2. Термін подання студентом дисертації 10 грудня 2020 р.

3. Об'єкт дослідження Лібералізований ринок електричної енергії України, інформаційна взаємодія суб'єктів ринку, процеси обліку електричної енергії на ринку та обміну даними обліку між суб'єктами ринку, Smart Metering Systems.

4. Предмет дослідження Методи та засоби формування, управління і обміну даними комерційного обліку електричної енергії та моніторингу енерговикористання в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

1)проаналізувати результати функціонування лібералізованого ринку електричної, зокрема, результати діяльності електропостачальників;

2) дослідити методи та засоби інформаційної взаємодії ОСР, електропостачальників, споживачів;

3) проаналізувати результати функціонування АСКОЕ, зокрема, доступність, повноту, достовірність та актуальність даних комерційного обліку електричної енергії ОСР, електропостачальникам та споживачам;

4) дослідити методи та засоби формування, управління і обміну даними комерційного обліку та моніторингу енерговикористання з метою формування інформаційного забезпечення завдань керування режимами електроспоживання споживачів, проведення достовірних розрахунків за електроенергетичні ресурси, залучення споживачів до надання допоміжних послуг на засадах енергоефективності та захисту довкілля.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу презентація – наочні матеріали за результатами дослідження

7. Орієнтовний перелік публікацій Результати досліджень повинно бути апробовано принаймні на двох науково-практичних конференціях та видано принаймні в одному фаховому виданні

8. Дата видачі завдання 29 травня 2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Постановка мети, завдання, визначення об'єкту та предмету дослідження	01.06.2020 – 10.06.2020	
2	Роль енергопостачальника в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії	10.06.2020-10.07.2020	
3	Нормативне забезпечення енергопостачання	10.07.2020-05.08.2020	
4	Специфікація послуг з постачання електричної енергії	05.08.2020-01.09.2020	
5	Модель Smart Metering для лібералізованого ринку електричної енергії України	01.09.2020-15.09.2020	
6	Формулювання висновків	15.09.2020-30.09.2020	
7	Оформлення дисертації	30.09.2020-10.10.2020	
8	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	10.10.2020-25.10.2020	
9	Попередній захист МД	10.12.2020	
10	Захист дисертації	22.12.2020	

Студентка

(підпис)

Я.Ю. Винар
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

О.В. Коцар
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи: дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 115 сторінок, 15 рисунків, 16 таблиць, переліку використаних джерел з 45 найменувань.

Актуальність роботи. Ефективне функціонування ринку електричної енергії, як складової енергетичної системи, має важливе значення для економіки будь-якої країни. Кожна країна обирає власну модель організації такого ринку, беручи до уваги історичні, соціально-політичні та економічні фактори. Проте, нині ринок електричної енергії в Україні перебуває на етапі трансформації. З одного боку, відбуваються процеси приватизації енергетичних підприємств, з іншого – формування ринку на конкурентних засадах. Це обумовлює забезпечення балансу інтересів держави та суб'єктів енергоринку, а також посилення конкуренції між виробниками та постачальниками електричної енергії.

Проте, переваги лібералізації нового ринку електричної енергії може бути реалізовано лише за умови забезпечення точності, повноти, достовірності та актуальності даних обліку, на базі яких здійснюються розрахунки за електричну енергію та керування режимами електроспоживання. Такі дані повинні формуватися повномасштабними АСКОЕ, які надійно функціонують в автоматичному режимі.

Сучасні автоматизовані системи обліку електроенергії – Smart Metering Systems є одною із складових Smart Grid.

Smart Metering System передбачає впровадження інтелектуальних приладів обліку у виробника й споживача, автоматизацію системи збирання, оброблення даних і надання інформації щодо виробництва, передавання, розподілу і споживання енергоресурсів.

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України через вдосконалення

комунікацій між споживачем та комунальною компанією за допомогою Smart Metering System.

Об'єкт дослідження: лібералізований ринок електричної енергії України, інформаційна взаємодія суб'єктів ринку, процеси обліку електричної енергії на ринку та обміну даними обліку між суб'єктами ринку, Smart Metering Systems.

Предмет дослідження: методи та засоби формування, управління і обміну даними комерційного обліку електричної енергії та моніторингу енерговикористання в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії.

Для досягнення поставленої мети було поставлено та розв'язано такі завдання:

1. Досліджено роль електропостачальника в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії, особливості функціонування лібералізованих ринків електричної енергії. Процеси формування, управління і обміну даними комерційного обліку електричної енергії. Процеси інформаційної взаємодії суб'єктів ринку електричної енергії України.

2. Досліджено нормативне забезпечення енергопостачання, особливості комерційного обліку на ринку електричної енергії України, умови та шляхи забезпечення доступності, повноти, достовірності та актуальності даних комерційного обліку на ринку електричної енергії України, ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії України.

3. Досліджено специфікацію послуг з постачання електричної енергії, принципи застосування та результати функціонування Smart-систем, принципи застосування Smart Metering Systems для формування інформаційного забезпечення завдань розрахунків та для комплексного енергомоніторингу в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії.

4. Розроблено стартап-проект за результатами досліджень, зокрема, опис ідеї, технологічний аудит ідеї проекту, аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту, розроблення ринкової стратегії просування проекту та

маркетингової політики. Ідея проекту полягає у вдосконаленні комунікацій між споживачем та комунальною компанією за допомогою Smart Metering System.

Методи дослідження: метод порівняльного і структурного аналізу, статистичний метод; SWOT-аналіз.

Інформаційну базу дослідження становлять: законодавчі та нормативні акти України та міжнародних організацій; статистичні дані Державного комітету статистики України; монографічні дослідження та наукові публікації з питань керування електроспоживання на підприємстві, Інтернет – ресурси.

Наукова новизна полягає у вдосконаленні методів інформаційної комунікації між споживачем та комунальною компанією, що відрізняється застосуванням багатократної верифікації даних обліку електроенергії та оперативного обміну ними з метою забезпечення їхньої повноти, цілісності, достовірності та актуальності за допомогою Smart Metering System.

Практична цінність полягає в забезпеченні достовірних розрахунків за електричну енергію споживачів з комунальною компанією на основі Smart Metering System, що сприяє підвищенню ефективності функціонування лібералізованого ринку електричної енергії.

Апробація результатів роботи – матеріали роботи за темою «Ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії» доповідались на III Науково-технічній конференції магістрів ІЕЕ.

Публікації за тематикою досліджень: матеріали роботи за темою «Ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії» публікуються.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: SMART METERING SYSTEMS, АСКОВЕ, ДАНІ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ, ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГІЯ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЛЬНИК, ІНФОРМАЦІЙНА ВЗАЄМОДІЯ, РИНОК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.

ABSTRACT

Structure and scope of work: the dissertation consists of an introduction, 4 sections, conclusions, a list of used sources. The total volume of work is 115 pages, 15 figures, 16 tables, a list of used sources of 45 items.

Relevance of work. The efficient functioning of the electricity market as a component of the energy system is important for the economy of any country. Each country chooses its own model of organization of the market taking into account historical, socio-political and economic factors. However, currently the electricity market in Ukraine is in the process of transformation. On the one hand, there are processes of privatization of energy companies, on the other - the formation of the market on a competitive basis. This ensures a balance between the interests of the state and energy market actors, as well as increased competition between producers and suppliers of electricity.

Today, subject to the adoption of the Law of Ukraine of 13.04.17 № 2019-VIII "On the electricity market" in accordance with which the electricity market will be reformed, there is a need to revise the methods of determining electricity losses and improve the means to reduce them.

Modern automated electricity metering systems - Smart Metering is one of the components of Smart Grid.

The Smart Metering system provides for the installation of intelligent metering devices at the producer and consumer, automation of the survey system, data processing and provision of information on the production, transmission, distribution and consumption of energy resources.

The aim of the work is to increase the efficiency of the liberalized electricity market of Ukraine through the improvement of communications between the consumer and the utility company with the help of Smart Metering System.

Object of research: liberalized electricity markets, liberalized electricity market of Ukraine, market processes, information interaction of market participants, processes of electricity metering in the market and exchange of accounting data between market

participants, Smart-systems of control, accounting and management energy use - Smart Metering Systems.

Subject of research: methods and means of formation, management and data exchange of commercial accounting of electric energy and monitoring of energy use in the conditions of functioning of the liberalized market of electric energy.

To achieve this goal, the following tasks were set and solved:

1. The role of the electricity supplier in the conditions of functioning of the liberalized electricity market, features of functioning of the liberalized electricity markets are investigated. Processes of formation, management and data exchange of commercial electricity metering. Processes of information interaction of subjects of the electricity market of Ukraine.

2. The normative provision of energy supply, features of commercial accounting in the electricity market of Ukraine, conditions and ways to ensure the availability, completeness, reliability and relevance of commercial accounting data in the electricity market of Ukraine, pricing in the retail electricity market of Ukraine.

3. The specification of electricity supply services, principles of application and results of Smart-systems operation, principles of Smart Metering Systems application for formation of information support of calculation tasks and for complex energy monitoring in the conditions of functioning of liberalized electricity market are investigated.

4. Developed a startup project based on research results, in particular, a description of the idea, technological audit of the project idea, analysis of market opportunities to start a startup project, development of a market strategy for project promotion and marketing policy. The idea of the project is to improve communication between the consumer and the utility company with the help of Smart Metering System.

The scientific novelty is the improvement of methods of information communication between the consumer and the utility company, characterized by the use of multiple verification of electricity metering data and their prompt exchange to ensure their completeness, integrity, reliability and relevance through Smart Metering System.

The practical value is to provide reliable payments for electricity to consumers with a utility company based on the Smart Metering System, which helps to increase the efficiency of the liberalized electricity market.

Approbation of work results - materials of work on the topic "Pricing in the retail electricity market" were reported at the III Scientific and Technical Conference of IEE Masters.

Publications on research topics: materials of work on the topic "Pricing in the retail electricity market" are published.

Keywords: SMART METERING SYSTEMS, AMI, COMMERCIAL ACCOUNTING DATA, ELECTRICITY, ELECTRICITY SUPPLIER, INFORMATION INTERACTION, ELECTRICITY MARKET.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	15
1 РОЛЬ ЕНЕРГОПОСТАЧАЛЬНИКА В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІБЕРАЛІЗОВАНОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	18
1.1 Особливості функціонування лібералізованих ринків електричної енергії. Роль електропостачальника в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії	18
1.2 Правила функціонування лібералізованого ринку електричної енергії Україні	25
1.3 Процеси формування, управління і обміну даними комерційного обліку електричної енергії.....	28
1.4 Процеси інформаційної взаємодії суб'єктів	30
1.5 Ціноутворення в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України.....	34
1.6 Умови та шляхи постачання електричної енергії кінцевими споживачами	40
1.7 Постановка завдань досліджень.....	42
Висновки до розділу 1	44
2 НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ	47
2.1 Особливості комерційного обліку на ринку електричної енергії України	47
2.2 Оцінка даних комерційного обліку для суб'єктів ринку електричної енергії	54
2.3 Умови та шляхи забезпечення доступності, повноти, достовірності та актуальності даних комерційного обліку на ринку електричної енергії України	57

2.4	Методи та засоби вдосконалення інформаційної взаємодії суб'єктів ринку електричної енергії	59
2.5	Принципи та методи формування інформаційного забезпечення завдань комплексного енергомоніторингу в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії	62
2.6	Ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії України	66
	Висновки до розділу 2	74
3	СПЕЦИФІКАЦІЯ ПОСЛУГ З ПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	77
3.1	Принципи застосування та результати функціонування Smart-систем в лібералізованому ринку електричної енергії України	77
3.2	Дорожня карта розгортання Smart Metering Systems в Україні для найбільш повного забезпечення потреб ОСР, електропостачальників та споживачів.....	81
3.3	Принципи застосування Smart Metering Systems для формування інформаційного забезпечення завдань розрахунків в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України	84
3.4	Принципи застосування Smart Metering Systems для комплексного енергомоніторингу в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії.....	90
	Висновки до розділу 3	93
4	МОДЕЛЬ SMART METERING ДЛЯ ЛІБЕРАЛІЗОВАНОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ.....	95
4.1	Опис ідеї проекту.....	95
4.2	Технологічний аудит ідеї проекту	99
4.3	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	101
4.4	Розроблення ринкової стратегії просування проекту	102

4.5 Розроблення маркетингової політики стартап-проекту.....	105
Висновки до розділу 4	107
ВИСНОВКИ.....	108
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	111

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АІВС – автоматизована інформаційно-вимірювальна система;
- АКО – адміністратор комерційного обліку;
- АС – автоматизована система;
- АСКОЕ – автоматизована система комерційного обліку електроенергії;
- БД – база даних;
- БР – балансуючий ринок;
- ВДР – внутрішньодобовий ринок;
- ГЕС – гідроелектростанція;
- ЗВТ – засоби вимірювальної техніки;
- ІЕМ – інтелектуальні електромережі;
- ІОК – інформаційно-обчислювальний комплекс;
- ІС – інформаційна система;
- НД – нормативні документи;
- НКРЕ – національна комісія регулювання у сфері енергетики;
- НШКЧ – національна шкала координованого часу;
- ОЕС – об’єднана енергетична система;
- ОРЕ – оптовий ринок електроенергії;
- ОР – оператор ринку;
- ОСП – оператор системи передачі;
- ОСР – оператор системи розподілу;
- ПБД – первинна база даних;
- ПЗ – програмне забезпечення;
- ППБ – постачальники послуг з балансування;
- РДН – «ринок на добу наперед»;
- РДД – ринок двосторонніх договорів;
- СВБ – сторони, відповідальні за баланс;
- СГ – системний генератор;
- СО – системний оператор;

ТЕЦ – теплоелектроцентрально;

ТКО – точка комерційного обліку;

АМІ - удосконалена інфраструктура вимірювань;

АМР - система автоматичного зчитування показів лічильників;

РЕМІТ – регламент ЄС щодо інтегрованості та прозорості ринку електроенергії.

ВСТУП

Актуальність роботи. Ефективне функціонування ринку електричної енергії як складової енергетичної системи має важливе значення для економіки будь-якої країни. Кожна країна обирає власну модель організації такого ринку беручи до уваги історичні, соціально-політичні та економічні фактори. Проте нині ринок електричної енергії в Україні перебуває на етапі трансформації. З одного боку, відбуваються процеси приватизації енергетичних підприємств, з іншого – формування ринку на конкурентних засадах. Це обумовлює забезпечення балансу інтересів держави та суб'єктів енергоринку, а також посилення конкуренції між виробниками та постачальниками електричної енергії.

На сьогодні за умови прийняття Закону України від 13. 04. 17 р. № 2019-VIII «Про ринок електричної енергії» виникла необхідність перегляду методів визначення втрат електроенергії та вдосконалення засобів їх зменшення.

Проте, переваги лібералізації нового ринку електричної енергії може бути реалізовано лише за умови забезпечення точності, повноти, достовірності та актуальності даних обліку, на базі яких здійснюються розрахунки за електричну енергію та керування режимами електроспоживання. Такі дані повинні формуватися повномасштабними АСКОЕ, які надійно функціонують в автоматичному режимі.

Сучасні автоматизовані системи обліку електроенергії – Smart Metering є одною із складових Smart Grid.

Система Smart Metering передбачає установлення інтелектуальних приладів обліку у виробника й споживача, автоматизацію системи опитування, оброблення даних і надання інформації щодо виробництва, передавання, розподілу і споживання енергоресурсів.

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України через вдосконалення комунікацій між споживачем та комунальною компанією за допомогою Smart Metering System.

Для досягнення мети дослідження необхідно виконати такі завдання:

- 1) проаналізувати результати функціонування лібералізованого ринку електричної, зокрема, результати діяльності електропостачальників;
- 2) дослідити методи та засоби інформаційної взаємодії ОСР, електропостачальників, споживачів;
- 3) проаналізувати результати функціонування АСКОЕ, зокрема, доступність, повноту, достовірність та актуальність даних комерційного обліку електричної енергії ОСР, електропостачальникам та споживачам;
- 4) дослідити методи та засоби формування, управління і обміну даними комерційного обліку та моніторингу енерговикористання з метою формування інформаційного забезпечення завдань керування режимами електроспоживання споживачів, проведення достовірних розрахунків за електроенергетичні ресурси, залучення споживачів до надання допоміжних послуг на засадах енергоефективності та захисту довкілля.

Об'єкт дослідження: лібералізований ринок електричної енергії України, інформаційна взаємодія суб'єктів ринку, процеси обліку електричної енергії на ринку та обміну даними обліку між суб'єктами ринку, Smart Metering Systems.

Предмет дослідження: методи та засоби формування, управління і обміну даними комерційного обліку електричної енергії та моніторингу енерговикористання в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії.

Методи дослідження: метод порівняльного і структурного аналізу, статистичний метод; SWOT-аналіз.

Інформаційну базу дослідження становлять: законодавчі та нормативні акти України та міжнародних організацій; статистичні дані Державного комітету статистики України; монографічні дослідження та наукові публікації з питань керування електроспоживання на підприємстві, Інтернет – ресурси.

Наукова новизна полягає у вдосконаленні методів інформаційної комунікації між споживачем та комунальною компанією, що відрізняється

застосуванням багатократної верифікації даних обліку електроенергії та оперативного обміну ними з метою забезпечення їхньої повноти, цілісності, достовірності та актуальності за допомогою Smart Metering System.

Практична цінність полягає в забезпеченні достовірних розрахунків за електричну енергію споживачів з комунальною компанією на основі Smart Metering System, що сприяє підвищенню ефективності функціонування лібералізованого ринку електричної енергії.

Апробація результатів роботи – матеріали роботи за темою «Ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії» доповідались на III Науково-технічній конференції магістрів ІЕЕ.

Публікації за тематикою досліджень: матеріали роботи за темою «Ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії» публікуються.

Структура й обсяг магістерської дисертації: дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 115 сторінок, 15 рисунків, 16 таблиць, переліку використаних джерел з 45 найменувань.

1 РОЛЬ ЕНЕРГОПОСТАЧАЛЬНИКА В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІБЕРАЛІЗОВАНОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

1.1 Особливості функціонування лібералізованих ринків електричної енергії. Роль електропостачальника в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії

11 червня 2017 року набрав чинності Закон України «Про ринок електричної енергії». Закон направлений на розбудову лібералізованого, конкурентного ринку електричної енергії в Україні шляхом застосування принципів та механізмів, передбачених законодавством Енергетичного Співтовариства, і які на практиці застосовуються на ринках електричної енергії країн ЄС.

Відповідно до Закону впровадження нового ринку електричної енергії здійснюється в два етапи. З 01.01.2019 стартувала робота роздрібного ринку електричної енергії за новими правилами, а з 01.07.2019 відбулось відкриття оптової частини ринку електричної енергії (ринок «на добу наперед», внутрішньодобовий ринок, балансуючий ринок та ринок допоміжних послуг) [1].

Після першого етапу реформи ринку електричної енергії, наслідком якого стала з 01 січня 2019 року робота роздрібного ринку електричної енергії за новими правилами, 01 липня 2019 року стартував другий етап реформи — структурна перебудова оптової частини ринку електричної енергії. Фундаментальними змінами в оптовій частині ринку електричної енергії став одночасний запуск нових сегментів ринку електричної енергії, а саме: ринку «на добу наперед», внутрішньодобового ринку, сегменту двосторонніх договорів, балансуючого ринку, ринку допоміжних послуг, поява яких була передбачена нормами Закону України «Про ринок електричної енергії» (далі – Закон).

Новий дизайн як роздрібної, так і оптової частини ринку електричної енергії, а також лібералізація відносин на такому ринку, змінюють функції,

завдання та повноваження Регулятора, які зміщуються в бік постійного моніторингу, відслідковування та нагляду за функціонуванням ринку електричної енергії, його сегментів, діяльності учасників ринку та їх поведінки.

Електрична енергія – один з найважливіших видів енергії. В останні два десятиліття на ринках електроенергії в усьому світі відбуваються радикальні зміни у бік лібералізації та реорганізації основ функціонування ринку. Галузь, в якій колись переважали контрольовані державою монополії, піддається масштабній приватизації і лібералізації [1]. Нині практично в усіх державах-членах Європейського Союзу (ЄС) впроваджено лібералізовані ринки електричної енергії, а всі споживачі мають право і можливість самостійно обирати електропостачальників. Україна не стала винятком. З 1 липня 2019 року в Україні почала функціонувати нова модель ринку електричної енергії відповідно до закону України «Про ринок електричної енергії».

Властивості такого товару, як електроенергія, можуть змінюватися в часі, процеси виробництва та споживання електроенергії збігаються в часі, а обсяги виробленої та спожитої електроенергії однакові в кожен момент часу; неможливо створити запаси електроенергії як готового товару; точні обсяги генерації і споживання електроенергії не можна спланувати заздалегідь; властивості такого товару багато в чому залежать не тільки від постачальника, але і від самого споживача.

Електроенергія як товар має свої специфічні властивості:

1. Потужність.
2. Час.
3. Режим споживання.
4. Якість.
5. Відстань.
6. Перетворюваність.

Нині в електроенергетиці України активно розвиваються ринкові відносини, що зумовлено двома головними причинами. Перша з них пов'язана зі зміною

зовнішніх, щодо галузі, умов господарювання. Найважливішими чинниками, які на це вплинули, є:

- тісний господарський контакт галузі як постачальника електроенергії з усіма підприємствами, що вступили на шлях ринкових відносин;
- обов'язкова участь галузі як споживача на ринках палива, сировини, матеріалів, обладнання;
- використання галуззю загального ринку праці;
- необхідність виконання загальнодержавних законів, спрямованих на формування ринкових відносин в економіці;
- недосконалість фінансово-кредитної системи.

Друга причина пов'язана з необхідністю реформ усередині галузі з метою підвищення ефективності виробництва і передачі електроенергії, їх рентабельності, створення умов для самостійного налагодження прямих договірних взаємовідносин зі своїми контрагентами.

Становлення ринкових відносин і організація маркетингу в електроенергетиці мають свою специфіку, оскільки повноцінне конкурентне ринкове середовище тут створити неможливо. Це пояснюється низкою специфічних чинників, які впливають на формування і функціонування ринкових відносин в електроенергетиці [2]:

1. Жорсткість зв'язку виробництва і споживання електроенергії. Ця особливість зумовлює безальтернативність транспортування електроенергії та зв'язок електропостачальника і споживача з територіальною системою електропостачання – лініями електропередач. Якщо для транспортування інших видів енергоресурсів можливе використання альтернативних видів транспорту, то для електроенергії це неможливе. Тому суб'єкти підприємницької діяльності в електроенергетиці, які володіють магістральними та міждержавними чи місцевими електричними мережами, є «природними» монополістами, діяльність повинна регулюватися державою [3].

Ринки можуть формуватися і діяти в електроенергетиці лише в умовах нерозривності технологічного циклу виробництва, передачі, розподілу і використання електроенергії. Отже, необхідна єдина мережа електропередач, єдина система комерційного і технічного диспетчерування. Це вимагає дотримання певних правил, які зобов'язують будь-якого власника електромереж забезпечити рівноправне обслуговування будь-яких господарюючих суб'єктів і тим самим створити сприятливе конкурентне ринкове середовище [4].

Оскільки виробництво і споживання електроенергії збігаються в часі, то таку продукцію не можна виробити і закупити наперед, наприклад, в очікуванні покращення кон'юнктури ринку, збільшення цін на енергію чи перебоїв в електропостачанні. Тому в електроенергетиці велика увага повинна приділятися питанням прогнозу попиту не тільки за величиною, але і за часом, оскільки завищення попиту призведе до заморожування великих інвестицій, а його заниження може бути пов'язане з великими збитками для енергопостачальних компаній через зниження надійності електропостачання.

2. Монопродукт. В асортименті продукції цієї галузі економіки здебільшого – енергія, надання окремих видів послуг, що обмежує можливості поповнення енергетичних підприємств обіговими коштами.

3. Товари-субститути. Своєрідність ринку електричної енергії визначається також тим, що у багатьох галузях споживчого використання електроенергія виступає як безпосередній конкурент теплової енергії, а також нафти.

4. Стандарт якості. Одним із факторів конкурентоспроможності є якість товарів та послуг, які пропонуються на ринку. Однак характерною особливістю електроенергії є те, що її якість (якщо вона відповідає певним стандартам) покращити неможливо. Це означає, що при збалансуванні попиту і пропозиції конкуренція виробників і постачальників енергії може відбуватися лише за рахунок цінових факторів, пропозиції її за нижчими цінами.

5. Обмеженість передачі електроенергії. Технічні та економічні можливості передачі енергії на великі відстані обмежені. Масова передача електроенергії на

відстані понад 1000 км ставить перед електротехнікою серйозні економічні проблеми.

Якщо говорити про класичне визначення ринку як сфери товарного обігу, де виникають і реалізуються відносини купівлі-продажу та здійснюється конкретна господарська діяльність щодо просування товару (електроенергії) від їх виробників до споживачів, основними складовими механізму функціонування ринку електроенергії виступають попит, пропозиція та ціна [5].

У цілому енергетичний ринок є досить особливим. На нього впливають різні специфічні чинники (Рис. 1.1)



Рисунок 1.1 - Чинники впливу на ринок електроенергії

Відповідно до Закону впровадження нового ринку електричної енергії здійснюється в два етапи. З 01.01.2019 стартувала робота роздрібного ринку електричної енергії за новими правилами, а з 01.07.2019 відбулось відкриття оптової частини ринку електричної енергії (ринок «на добу наперед», внутрішньодобовий ринок, балансуєчий ринок та ринок допоміжних послуг) (Рис. 1.2) [1].

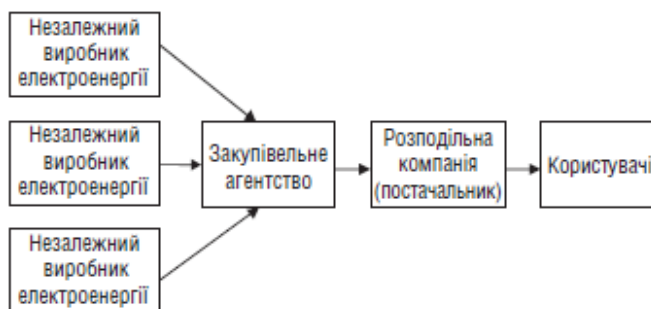


Рисунок 1.2 - Модель українського ринку електричної енергії

Роздрібний ринок електричної енергії – система відносин, що виникають між споживачем електричної енергії та електропостачальником у процесі постачання електричної енергії, а також іншими учасниками ринку, які надають пов'язані з постачанням електричної енергії послуги.

Учасниками роздрібного ринку електричної енергії є:

- електропостачальники;
- оператор системи передачі;
- оператори систем розподілу;
- оператори малих систем розподілу;
- споживачі (у тому числі основні споживачі та субспоживачі);
- виробники електричної енергії (які підпадають під визначення розподіленої генерації).

Електропостачальники – це підприємства, які здійснюють продаж електричної енергії споживачам на роздрібному ринку електричної енергії. При впровадженні роздрібного ринку електричної енергії в рамках загальної реформи ринку, електропостачальники були відокремлені від обленерго. Це було здійснене на виконання закону «Про ринок електричної енергії», яким передбачене відокремлення (анбандлінг) операторів системи розподілу. Зокрема, це пов'язано з тим, що оператору системи розподілу забороняється здійснювати діяльність з постачання електричної енергії.

Крім електропостачальників, учасниками нового ринку електричної енергії будуть трейдери. До трейдерів відносяться підприємства, що здійснюють купівлю електричної енергії виключно з метою її перепродажу, крім продажу за договором постачання електричної енергії споживачу. На відміну від електропостачальників, трейдери здійснюють купівлю-продаж електричної енергії за двосторонніми договорами та на організованих сегментах ринку електричної енергії, крім її продажу за договором постачання електричної енергії споживачу.

З моменту лібералізації роздрібного сегмента ринку електричної енергії спостерігалось значне збільшення кількості електропостачальників. Так, протягом

III кварталі 2019 року кількість суб'єктів господарювання, які отримали ліцензії на право провадження господарської діяльності з постачання електричної енергії споживачу збільшилася на 84 суб'єкта (рис.1.3). При цьому активними на роздрібному ринку були близько 50 % електропостачальників.



Рисунок 1.3 - Динаміка кількості електропостачальників протягом 2019-2020 років

Станом на кінець II кварталу 2020 року 286 суб'єкти господарювання мали ліцензію на постачання як електричної енергії, так і природного газу.

Частки укладених договорів про постачання електричної енергії споживачу з побутовими споживачами станом за звітний період становили (див рис. 1.4):

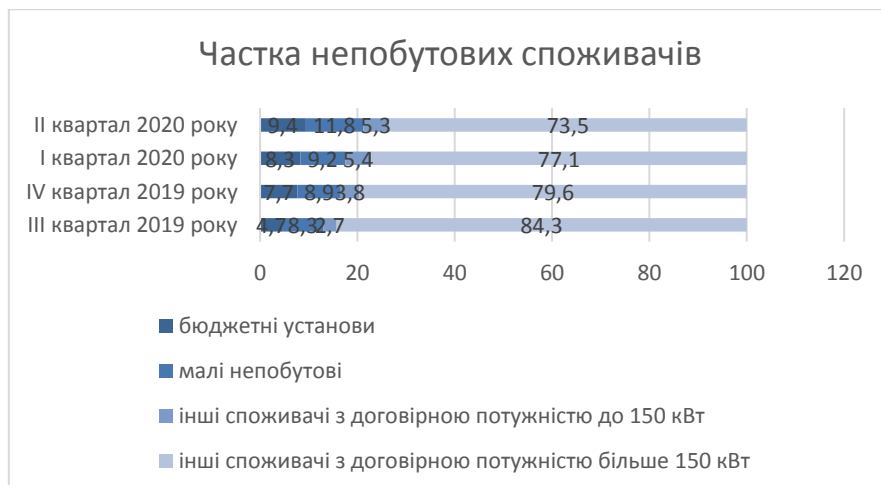


Рисунок 1.4 - Кількість побутових споживачів за договором постачання побутовим споживачам, %

1.2 Правила функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України

У цьому розділі було опрацьовано Правила ринку, які застосовуються в Україні щодо участі, роботи та розрахунків учасників ринку електроенергії відповідно до їх діяльності на ринку електроенергії (Рис.1.5).

З метою задоволення потреб споживачів у електричній енергії та об'єктивно пов'язаних з цим послуг (постачання, розподіл/передача електричної енергії та комерційний облік електричної енергії) відповідно до правил функціонує система взаємовідносин, що виникають між споживачем електричної енергії та електропостачальником у процесі постачання електричної енергії, а також іншими учасниками ринку, які надають пов'язані з постачанням електричної енергії послуги [6].

Участь, операції та розрахунки учасників ринку електроенергії на ринку «на добу наперед», внутрішньодобовому ринку визначаються відповідно до документів під назвою «Правила ринку» «на добу наперед» та «Правила внутрішньодобового ринку». Ці Правила ринку визначають всі інші необхідні процеси, зокрема реєстрацію двосторонніх договорів, балансування, придбання допоміжних послуг, розрахунки небалансів, остаточні розрахунки і виставлення рахунків, які складають роботу учасників ринку на оптовому ринку електричної енергії України [8].

Ринок «на добу наперед» (РДН) – сегмент ринку, на якому здійснюється купівля-продаж електричної енергії на наступну за днем проведення торгів добу за вільними конкурентними цінами.

Внутрішньодобовий ринок (ВДР) – сегмент ринку, на якому купівля-продаж електроенергії здійснюється безперервно після завершення торгів на РДН та впродовж доби фізичного постачання електричної енергії.

Забезпечують альтернативний доступ на ринок для тих, хто не уклав довгострокові контракти:

Порядок реєстрації учасників	Порядок та вимоги до забезпечення виконання зобов'язань за договорами про врегулювання небалансів електроенергії	Правила балансування	Правила функціонування ринку доп.послуг	Порядок проведення розрахунків на БР та РДП	Порядок виставлення рахунків	Положення щодо функціонування ринку при виникненні надзвичайної ситуації в ОЕС України
<ul style="list-style-type: none"> Підготовка заяви Подання заяви Розгляд заяви Внесення даних до реєстру учасників ринку 	<ul style="list-style-type: none"> Виявлення небалансів Виявлення причин Врегулювання небалансів 	<ul style="list-style-type: none"> Роль Оператора системи передачі (ОСП) в Балансуючому ринку реального часу; Зобов'язання Постачальників послуг з балансування та ОСП (також в його ролі як Адміністратора Розрахунків) в контексті Балансуючого ринку реального часу; Взаємозв'язок Внутрішньодобового ринку з Балансуючим ринком реального часу; Вхідні дані та визначення результатів Балансуючого ринку реального часу; Результати Балансуючого ринку реального часу; Диспетчерські команди, надані Постачальникам послуг з балансування; Записи та звіти відносно диспетчерських процедур; 	<ul style="list-style-type: none"> Сертифікація на ринку Процес укладання договору Процес реєстрації у ролі постачальника Порядок проведення аукціону Порядок надання ДП Порядок проведення моніторингу на ринку Порядок проведення розрахунків 	<ul style="list-style-type: none"> Вхідні дані Обчислення Виставлення рахунків 	<ul style="list-style-type: none"> Рахунок балансування енергії; Рахунок небалансів енергії; Рахунок фінансових гарантій; Рахунок оплати за невідповідність; Рахунок послуг з диспетчеризації; Рахунок врегулювання; Збірний рахунок Рахунок загальносупільних обов'язків . 	<ul style="list-style-type: none"> Порядок призупинення ринку Компенсація за роботу у НС

Рисунок 1.5 - Правила ринку електричної енергії [7]

- надають цінові сигнали учасникам ринку, у тому числі для ринку двосторонніх договорів;
- забезпечують систему гарантій учасникам ринку виконання зобов'язань щодо оплати проданої електроенергії;
- дозволяють учасникам уточнити обсяги купівлі-продажу е/е ближче до часу постачання з метою зменшення небалансу.

Функціонування ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку забезпечується оператором ринку.

На роздрібному ринку електричної енергії споживання та використання електричної енергії для потреб електроустановки споживача здійснюється за умови забезпечення розподілу/передачі та продажу (постачання) електричної енергії на підставі договорів про розподіл/передачу, постачання, надання послуг комерційного обліку які укладаються відповідно до правил роздрібного ринку електричної енергії, кодексу системи передачі, кодексу систем розподілу, кодексу комерційного обліку.

Результатом розподілу електроенергії є забезпечення можливості отримання відповідним суб'єктом роздрібного ринку необхідного обсягу електроенергії та рівня електричної потужності із забезпеченням параметрів якості електропостачання, які відповідають установленим стандартам.

Відповідно до Закону постачання електричної енергії є конкурентним видом діяльності та здійснюється електропостачальниками на підставі ліцензії на право провадження господарської діяльності з постачання електричної енергії споживачу, виданої НКРЕКП. Відповідно до положень Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з постачання електричної енергії споживачу, затверджених постановою НКРЕКП від 27 грудня 2017 року № 1469, місцем провадження господарської діяльності з постачання електричної енергії споживачу є територія України, крім постачання універсальної послуги та постачання «останньої надії», для яких місцем провадження господарської діяльності є територія, яка визначається відповідно до положень Закону.

Формування кінцевих цін електропостачальниками, що здійснюють продаж електричної енергії споживачам, не підлягає регулюванню, крім випадків, передбачених Законом щодо постачальника універсальних послуг та постачальника «останньої надії».

1.3 Процеси формування, управління і обміну даними комерційного обліку електричної енергії

Комерційний облік – облік електроенергії, призначений для грошових розрахунків між продавцем і покупцем електроенергії (потужності) або системних послуг.

Робота з системою комерційного обліку електроенергії розділяється на кілька етапів.

Перший етап - підготовка інформаційної об'єктної структури параметрів. Формується структура енергооб'єктів, точок обліку, розрахункових перетинів, структура основної і замісної системи АСКОЕ (поділ параметрів на оперативні і статистичні дані). Здійснюється прив'язка параметрів до джерел інформації (АСКОЕ, макети) для забезпечення завантаження даних в базу.

Другий етап – щоденна робота з даними. Проводиться завантаження результатів вимірювань з АСКОЕ (в автоматичному або ручному режимі), введення положень обхідних вимикачів (при необхідності), аналіз відсутніх даних, недостовірної і некомерційної інформації, розрахунок сумарних показників, розрахунок короткострокових прогнозів електроспоживання, формування звітних форм, макетів.

Третій етап - дії по закінченню звітних періодів (місяць, квартал, рік). Проводиться розрахунок інтегральних значень по закінченню інтервалу, формування звітних форм і макетів, перевірка збіжності даних макетів. Передача даних в енергетичні компанії та суміжним суб'єктам.

Основні функції обробки даних включають в себе:

- завантаження даних з різних систем АСКОЕ в темпі процесу;

- завантаження даних з XML-макетів;
- розрахунок сумарних показників на основі завантажених свідчень у точках обліку (з урахуванням стану обхідних вимикачів);
- контроль і упевнення в завантажених даних;
- аналіз і редагування стану об'єктів і засобів вимірювань;
- формування XML-макетів;
- формування спеціалізованих звітних форм у форматі Microsoft Excel.

Збір даних результатів вимірювання може здійснюватися з різних джерел:

- з власної бази даних АСКОЕ
- з систем АСКОЕ суміжних суб'єктів за допомогою XML-макетів, або по віддаленому доступу.

Завантаження даних може здійснюватися вручну за допомогою його вибору через меню, або за допомогою автоматичного завантаження макетів. Основний спосіб завантаження даних – автоматичний. У підсистему включаються виконувані файли для кожного модуля завантаження даних, які можна запускати при виникненні такої потреби за допомогою вбудованих засобів системи або призначених завдань Windows.

На підставі завантажених показань приладів обліку розраховуються сумарні показники за заздалегідь визначеними користувачем формулами. Для коректного розрахунку певних показників необхідно вказувати періоди роботи обхідних вимикачів на комерційні приєднання. Слід зазначити, що в випадку, коли результати вимірювання формуються за допомогою обробки XML-макетів, облік роботи обхідних вимикачів і перерахунок сумарних показників здійснюється автоматично.

Основні функції модулів планування електроспоживання включають в себе:

- статистичний, кореляційний та регресійний аналіз;
- прогнозування параметрів, планування балансу споживання;
- формування звітних форм в текстовому форматі і форматі Microsoft Office.

Наявність об'єктної структури параметрів дозволило значно прискорити процедуру актуалізації розрахункової моделі в системі комерційного обліку. Актуалізація розрахункової моделі включає в себе зміну інформаційної структури параметрів. Структура параметрів розбивається на дві групи:

- опорні параметри (для зберігання первинних даних комерційного обліку - прийом і віддача активної електроенергії. також додатково можуть бути створені відповідні параметри для перетоків реактивної енергії);
- сумарні розрахункові параметри (для розрахунку сальдо-перетоків і втрат електроенергії окремо по кожній точці обліку, по групах з декількох точок обліку, так званим перетинах обліку. При цьому утворюється складна ієрархічна система розрахунків, що забезпечує в кінцевому підсумку розрахунок найбільш важливих сумарних параметрів верхнього рівня – споживання певних територій, енергопостачальних організацій та їх відділень, вироблення енергії генеруючими компаніями, сальдо-перетоків між учасниками ринку).

Додатково створюється дублююча (заміщаюча) структура параметрів, що використовується для завантаження і зберігання даних з резервних джерел. Це дає можливість обробки даних в режимі заміщення інформації з основного джерела на резервний в разі, якщо основне джерело з яких-небудь причин недоступне [9].

Такий підхід забезпечує можливість реалізувати важливий принцип обліку результатів вимірювання – поділ даних на статистичні і оперативні (дані заміщення), що дозволяє збільшити швидкість отримання повного споживання регіону, зберігши при цьому єдине кодування облікових параметрів. Це актуально для великих енергокомпаній з великою кількістю перетинів, в тому випадку, коли АСКОВ знаходиться на стороні суміжних суб'єктів і дані надходять у вигляді пересилки xml-макетів.

1.4 Процеси інформаційної взаємодії суб'єктів

Надання послуг комерційного обліку здійснюється ППКО (постачальник послуг комерційного обліку) на конкурентних засадах за умови реєстрації ППКО

та реєстрації його автоматизованих систем, що використовуються для комерційного обліку електричної енергії АКО (адміністратор комерційного обліку) у порядку, встановленому Кодексу комерційного обліку.

Відповідно до перехідних положень Кодексу комерційного обліку визначено, що з початку дії нового ринку та до початку процесу інформаційного обміну між учасниками ринку через центральну інформаційно-комунікаційну платформу адміністратора комерційного обліку (Датахаб), функції АКО по веденню реєстрів ТКО (точка комерційного обліку), обробці даних комерційного обліку, припинення електропостачання та визначення обсягів електричної енергії для поточних розрахунків на ринку виконують ОМ у межах своєї відповідальності.

До технологічних функцій, які виконують учасники електроенергетичного ринку України, належать (табл.1.1): виробництво електричної енергії; постачання електричної енергії; передача електричної енергії локальними та магістральними мережами; розподіл електричної енергії.

Таблиця 1.1 - Технологічні функції суб'єктів ринку електричної енергії України [10]

Суб'єкти ринку електричної енергії України	Функції
Виробники електроенергії: - теплові електростанції; - ДП НАЕК «Енергоатом»; - ДАК «Укргідроенерго»; - теплоелектроцентралі та виробники малої потужності; - вітроелектростанції.	Виробництво електроенергії
Оператор ринку ДП «Енергоринок»	Оптове постачання електроенергії
Системний оператор НЕК «Укренерго».	Передача високовольтною мережею. Диспетчеризація
Постачальники електроенергії: - регіональні розподільчі компанії; - незалежні постачальники електроенергії.	Передача локальною мережею Розподіл електроенергії

З метою підтримання чесної конкуренції у сфері роздрібного постачання електроенергії під час реструктуризації енергетики варто створити умови для рівного доступу на ринок електричної енергії.

При дослідженнях механізмів державного управління та енергоефективності основним критерієм визначення процесів є вплив тих чи інших аспектів взаємодії елементів системи на задоволення кінцевих "енергетичних" потреб населення [11]. Для цього використовується складний ланцюг перетворень природних ресурсів суб'єктами господарювання різних форм власності, взаємовідносини між якими регулює держава, регламентуючи при цьому права та обов'язки учасників цього ринку. Згідно з існуючою парадигмою економічних відносин – ефективною роботою капіталу - особливістю такого процесу є наявність відомого протиріччя між споживачем та постачальником енергії, а саме:

- споживач бажає забезпечити свої енергетичні потреби з мінімальними витратами своїх ресурсів, що, власне, орієнтує споживача на обмеження вартості енергії та скорочення споживання;
- постачальник бажає досягти максимальної вигоди внаслідок надання енергетичних послуг, що разом із впливом ефекту масштабування через збільшення обсягу виробництва зменшує питомі витрати капіталу орієнтує постачальника на зростання обсягів замовлення енергії споживачем та їх вартості.

Завдання та обов'язки учасників ринку електричної енергії України щодо забезпечення технічного функціонування ринку окреслюють їх управлінські функції, виконання яких має не менш важливе значення для підтримання злагодженої, безперебійної, координованої системи управління, покладеної в основу роботи енергоринку України.

Серед найрозповсюдженіших методів дослідження, які можуть застосовуватися для вирішення проблем у будь-якій сфері життєдіяльності суспільства, є системний аналіз. Поширення використання системного аналізу пояснюється можливістю проведення як формалізованих, так і неформалізованих

процедур дослідження, їх алгоритмізації, розробки і вдосконалення моделей, методів та засобів системного аналізу [12].

Поряд з поширенням системного аналізу для вирішення прикладних завдань та встановленням своєрідної стандартизації процедур його здійснення спостерігається різноманітність методологічних підходів до проведення цього аналізу, що відображено у виділенні двох основних підходів, а саме: «системного» та «менеджментного». Їх відмінність зумовлюється, головним чином, акцентуванням уваги дослідження, зокрема: при першому орієнтуються на процеси, що відбуваються в об'єкті управління, а при другому - на організацію діяльності суб'єкта управління [13].

Запроваджена система продажу електроенергії на ринку електроенергії України спричинила розрив між генеруючими, постачальними підприємствами та споживачами електроенергії, оскільки створено умови «безособовості» електроенергії на ринку. Генеруючі підприємства зацікавлені у зростанні прибутків, яке можна досягнути через зростання як обсягів постачання енергії для споживачів, так і її вартості за умови відсутності безпосереднього стримуючого впливу споживачів на постачальників, яким це не вигідно: посереднику, яким є ринок, не важливо, яка ціна енергії. У свою чергу, споживач, який часто обмежений у ресурсах, втрачає можливість впливу на поведінку генеруючих підприємств та залучення їх ресурсів до реалізації проектів енергоефективності.

Формування взаємної зацікавленості у підвищенні енергетичної ефективності процесу генерування, транспортування та постачання енергії доцільно розглядати у двох площинах. По-перше, можливим видається поєднання генерації та постачання в рамках однієї компанії, тоді інтереси генерації та постачання збігатимуться з точки зору стимулювання підвищення енергетичної ефективності загалом компанії, а значить, - ланцюжка: генерація, постачання, споживання, - та сприяння реалізації енергозберігаючих проектів у споживача. Другим варіантом можливої побудови механізму зацікавлення суб'єктів господарювання у використанні механізмів управління енерговикористання є

зміна концептуальних основ функціонування ринків енергоресурсів, зокрема ринку електроенергії України, та переходу до прямих контрактів та купівлі електроенергії на біржі [14].

1.5 Ціноутворення в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України

Основою ціноутворення ринку електричної енергії є погодинні тарифи її купівлі-продажу, які затверджуються щорічно. Ціни на електроенергію генеруючих компаній теплових електростанцій визначаються відповідно до поданих цими компаніями пропозицій згідно з Правилами Оптового ринку. Ціна на електроенергію виробників, що мають особливий режим роботи, встановлюються НКРЕ за поданням цих виробників (ГЕС, ТЕЦ та ін.). На підставі цін, що визначаються Правилами Оптового ринку та встановлюються НКРЕ, складаються погодинні середні ціни на електричну енергію, що продається оптом постачальникам електроенергії.

Оптова ринкова ціна на електричну енергію формується на Оптовому ринку, де встановлюється мінімально можлива закупівельна ціна, за якою здійснюється реалізація виробленої генеруючими компаніями електричної енергії [15].

На основі оптових цін енергопостачальники формують ціни для споживачів, крім цін для населення [16].

Із енергопостачальної організації електрична енергія направляється до споживачів.

Електрична енергія проходить ряд етапів від її виробництва до споживача. При цьому ціни за 1 кВт.год на стадіях її виробництва та споживання відрізняються. Уся вироблена електроенергія продається до ОРЕ, після чого за прийнятими тарифами направляється до енергопостачальних компаній (ЕО), а від них — до споживача. Життєвий цикл електричної енергії від виробника до кінцевого споживача зображено на рис. 1.6.



Рисунок 1.6 - Життєвий цикл електроенергії

Куплену на ОРЕ за оптовою ціною електроенергію постачальники реалізують на роздрібному ринку електроенергії за нерегульованим або регульованим тарифами.

Постачальники за нерегульованим тарифом – переважно великі промислові підприємства, що купують електроенергію для власних потреб, або компанії-посередники.

Постачальники за нерегульованим тарифом встановлюють ціну за домовленістю з покупцем на підставі договору купівлі-продажу. Для постачання використовуються електромережі третіх осіб. Обсяг електроенергії, що продається за нерегульованим тарифом, є незначним і становить близько 10% загального обсягу продаж.

Регульовані тарифи НКРЕ встановлює за такими параметрами:

- напругою електроенергії, яка постачається (класи споживачів);
- належністю до пільгових категорій споживачів (залежить від обсягів споживання, типу електрообладнання, соціального статусу споживачів і місця їх проживання);

- Т.ЗВ. часовими «зонами» споживання, тобто часом споживання електроенергії упродовж доби (тарифи залежать від часового інтервалу, впродовж якої споживається електроенергія. Можливим є поділ доби на дві (денна/нічна) або три (пікова/напівпікова/нічна) зони, залежно від наявності у споживача відповідного приладу обліку (лічильника)) [17].

Серед пільгових категорій – побутові споживачі (населення), для яких встановлюється фіксований рівень тарифів, єдиний на всій території країни.

На цей час, за твердженням енергетичних компаній, тарифи для населення не дозволяють компенсувати навіть собівартість виробництва і транспортування електроенергії. Тому НКРЕ неодноразово вдавалася до підвищення тарифів, а останнім часом – до запровадження підвищених тарифів на обсяги споживання понад певні встановлені нормативи.

Компанії-постачальники, що працюють за регульованим тарифом, продають споживачам електроенергію за роздрібними тарифами, які вони формують за встановленою формулою [18].

Роздрібний тариф, за яким споживач оплачував спожиту електричну енергію, формувався із:

- закупівельної ціни електричної енергії як товару, яку електропостачальник закупив за двосторонніми договорами та/або на організованих сегментах ринку;
- тарифу на послуги з передачі електричної енергії;
- тарифу на послуги з розподілу електричної енергії (у випадку приєднання до мереж ОСР) на відповідному класі напруги, встановленого НКРЕКП;
- складової, яка забезпечувала покриття витрат з постачання електричної енергії, або тарифу на послуги постачальника універсальних послуг, або тарифу на послуги постачальника «останньої надії».

Тарифи на розподіл електричної енергії для кожного оператора системи розподілу є різними і залежать від багатьох факторів, зокрема: структури та стану електричних мереж, втрат електроенергії в мережах, структури та обсягів споживання електроенергії, площі території, що обслуговується. Встановлення

тарифів на послуги з розподілу електричної енергії з 01 січня 2019 року, які діяли протягом року, здійснено відповідно до Порядку встановлення (формування) тарифів на послуги з розподілу електричної енергії, затвердженого постановою НКРЕКП від 05.10.2018 № 1175 (табл 1.2).

Тарифи на послуги постачальника універсальних послуг встановлені у відповідності до вимог Методики розрахунку тарифу на послуги постачальника універсальних послуг, затвердженої постановою НКРЕКП від 05.10.2018 № 1176, а тарифи на послуги постачальника «останньої надії» – відповідно до Методики розрахунку тарифу на послуги постачальника «останньої надії», затвердженої постановою НКРЕКП від 05.10.2018 № 1178 (табл. 1.3).

Тарифи на електричну енергію для побутових споживачів (населення) згідно з діючими нормативно-правовими актами фіксовані та однакові на всій території України. Враховуючи соціальний фактор, перегляд рівнів тарифів на електроенергію для населення відбувається без урахування всіх чинників, які мають визначати його рівень. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 05.06.2019 № 483 щодо покладення спеціальних обов’язків на учасників ринку електричної енергії для забезпечення загальносупільних інтересів фіксована ціна на електричну енергію для побутових споживачів встановлюється Кабінетом Міністрів України. При цьому до прийняття Кабінетом Міністрів України рішення щодо встановлення фіксованої ціни для побутових споживачів застосовується тарифи на електричну енергію для побутових споживачів (з урахуванням тарифів, диференційованих за періодами часу), які діяли станом на 30 червня 2019 року, а саме визначені постановою НКРЕКП від 26.02.2015 № 220 «Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню».

Середні ціни по регіонах України, що склалися протягом III кварталу 2019 року для непобутових споживачів постачальників універсальних послуг без вартості послуг операторів систем зображено у табл.1.4.

Таблиця 1.2 – Тарифи на послуги з розподілу електричної енергії регіональних ОСР, грн/МВт*год (без ПДВ) [19]

Область	III квартал 2019 року		IV квартал 2019 року		I квартал 2020 року		II квартал 2020 року	
	1 клас напруги	2 клас напруги	1 клас	2 клас	1 клас	2 клас	1 клас	2 клас
Закарпатська	181,5	838,7	129,2	664,8	228,4	982,4	228,4	982,4
Львівська	123,7	634	69,8	498	133,6	726,7	133,6	726,7
Волинська	97,8	667	52,2	532,8	107,5	763,1	107,5	763,1
Рівненська	135,2	647,2	92,2	474,5	159,9	708	159,9	708
Тернопільська	142,5	806,5	78,3	616,1	155,1	914,6	155,1	914,6
Івано-Франківська	109,4	804,5	69,6	659,5	133,5	936	133,5	936
Чернівецька	98,4	687	51,8	499,1	105,4	783,5	105,4	783,5
Хмельницька	142,5	778	89,4	629,7	167,2	905,5	167,2	905,5
Житомирська	153,4	791,4	98	640,3	179,2	903,8	179,2	903,8
Вінницька	135,2	766,8	84,4	616,1	153,7	909,9	153,7	909,9
Одеська	114,5	623,1	69,7	476,9	123,3	703,2	123,3	703,2
Миколаївська	133,3	614,2	92	506,6	144,1	777,6	144,1	777,6
Кіровоградська	201,1	818,5	122,6	677,1	215,4	887	215,4	887
Черкаська	101,2	605,8	52,1	467,3	102,1	759,1	102,1	759,1
Київська	158	557,2	80,8	340,3	164,6	610,1	164,6	610,1
Київ	63,1	229,3	41,8	177,8	69,6	283,4	69,6	283,4
Чернігівська	166,6	794,8	93,6	658,5	188,1	952,9	188,1	952,9
Полтавська	92	642,5	52,5	442,9	106,2	825,4	106,2	825,4
Дніпропетровська	62,6	430,1	51,1	411	83,1	535,6	83,1	535,6
Запорізька	69,9	525	42,8	421,5	79,6	646,4	79,6	646,4
Херсонська	221,4	672	142,7	519,5	303,4	794	303,4	794
Донецька	152,2	748,6	94,6	564,8	191,9	961,8	191,9	961,8
Харківська	142,8	519,5	84,9	389,8	161,9	618,8	161,9	618,8
Сумська	100,5	798,6	90,1	762,6	123,2	944,7	123,2	944,7
Луганська	316,9	1145,8	212,3	955,6	345,3	1298,6	345,3	1298,6

Таблиця 1.3 - Тарифи на послуги з розподілу електричної енергії ПУП (постачальник універсальних послуг) та ПОН (постачальник «останньої надії»), грн/МВт*год (без ПДВ) [19]

Область	III квартал 2019 року	IV квартал 2019 року	I квартал 2020 року	II квартал 2020 року
Закарпатська	63,5	63,5	63,3	63,3
Львівська	55,6	55,6	62,1	62,1
Волинська	63	63	64,5	64,5
Рівненська	62,4	62,4	52,2	52,2
Тернопільська	71,9	71,9	67,1	67,1
Івано-Франківська	71,2	71,2	75,5	75,5
Чернівецька	52,4	52,4	54,2	54,2
Хмельницька	59,3	59,3	60,3	60,3
Житомирська	75,5	75,5	78,1	78,1
Вінницька	77,5	77,5	80	80
Одеська	56,2	56,2	56,1	56,1
Миколаївська	49	49	62,2	62,2
Кіровоградська	63,5	63,5	66,1	66,1
Черкаська	68,6	68,6	71,7	71,7
Київська	53	53	47,7	47,7
Київ	49	49	51	51
Чернігівська	68,4	68,4	89,2	89,2
Полтавська	85,8	85,8	83,6	83,6
Дніпропетровська	56,8	56,8	64,8	64,8
Запорізька	65,6	65,6	67,2	67,2
Херсонська	43,7	43,7	44,1	44,1
Донецька	92,2	92,2	106,9	106,9
Харківська	57,9	57,9	60,1	60,1
Сумська	82,2	82,2	93,1	93,1
Луганська	118,6	118,6	131,8	131,8

Таблиця 1.4 – Середні ціни по регіонах України для непобутових споживачів ПУП, грн/кВт*год (без ПДВ) [19]

Область	III квартал 2019 року	IV квартал 2019 року	I квартал 2020 року	II квартал 2020 року
Закарпатська	1,63	1,85	1,86	1,67
Львівська	1,64	1,79	1,48	1,48
Волинська	1,64	1,86	1,45	1,08
Рівненська	1,9	2,02	1,67	1,31
Тернопільська	1,98	1,71	1,41	1,34
Івано-Франківська	1,94	1,94	1,56	1,45
Чернівецька	1,73	-	1,62	1,14
Хмельницька	1,69	1,69	1,45	1,18
Житомирська	1,75	1,88	1,67	1,51
Вінницька	1,65	2,23	1,47	1,22
Одеська	1,54	1,65	1,31	1,37
Миколаївська	1,98	1,54	1,48	1,69
Кіровоградська	1,74	1,63	1,34	0,98
Черкаська	1,66	2,32	1,51	1,51
Київська	1,78	1,6	1,43	1,32
Київ	1,54	1,54	1,4	1,03
Чернігівська	1,76	2,17	1,52	1,38
Полтавська	1,92	1,76	1,67	1,34
Дніпропетровська	1,86	1,36	1,44	1,08
Запорізька	1,78	1,7	1,47	1,29
Херсонська	2,02	1,74	1,53	1,52
Донецька	2,03	1,43	1,47	1,47
Харківська	1,7	1,68	1,36	1,31
Сумська	1,77	2,27	1,57	1,3
Луганська	-	1,48	1,4	1,22

1.6 Умови та шляхи постачання електричної енергії кінцевими споживачами

Постачання електричної енергії є конкурентним видом діяльності та здійснюється електропостачальниками на підставі ліцензії на право провадження господарської діяльності з постачання електричної енергії споживачу, виданої НКРЕКП. Відповідно до положень Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з постачання електричної енергії споживачу, затверджених постановою НКРЕКП від 27 грудня 2017 року № 1469, місцем провадження господарської

діяльності з постачання електричної енергії споживачу є територія України, крім постачання універсальної послуги та постачання «останньої надії», для яких місцем провадження господарської діяльності є територія, яка визначається відповідно до положень Закону.

Постачання (продаж) електричної енергії споживачу здійснюється за договором про постачання електричної енергії споживачу обраним споживачем електропостачальником, який отримав відповідну ліцензію, за вільними цінами.

Відмінність цього типу договору від інших типів договорів на постачання електричної енергії полягає в тому, що споживач та електропостачальник за домовленістю можуть будувати свої взаємовідносини шляхом доповнення і конкретизації змісту та умов договору, зміни окремих умов договору за взаємною згодою сторін, зокрема щодо вартості/ціни послуги, способу та порядку оплати, порядку обліку електричної енергії, порядку припинення та відновлення постачання електричної енергії тощо, на взаємовигідних умовах.

Ціна на електричну енергію є економічно обґрунтованою, прозорою та недискримінаційною, що включає, зокрема, ціну купівлі електричної енергії на ринку електричної енергії, ціну (тариф) на послуги постачальника електричної енергії, ціни (тарифи) на послуги оператора системи передачі, оператора системи розподілу та постачальника послуг комерційного обліку відповідно до укладених договорів про надання відповідних послуг.

Електропостачальник перед початком постачання електричної енергії споживачам, електроустановки яких приєднані до електричних мереж на території діяльності оператора системи, повинен укласти договір електропостачальника про надання послуг з розподілу (передачі) електричної енергії з оператором системи, на підставі якого отримати доступ до мереж оператора системи з метою реалізації своїх прав та виконання обов'язків та функцій як електропостачальника по відношенню до споживачів, електроустановки яких приєднані на відповідній території до мереж оператора системи, узгодивши умови щодо необхідного інформаційного обміну, взаємних прав, обов'язків та відповідальності сторін, а

також порядок виставлення споживачам рахунків за послуги з розподілу (передачі) електричної енергії від імені оператора системи [20].

Електропостачальники мають інформувати своїх споживачів про зміну будь-яких умов договору про постачання електричної енергії споживачу не пізніше ніж за 20 днів до їх застосування з урахуванням інформації про право споживача розірвати договір.

Електропостачальники зобов'язані повідомляти споживачів в установленому порядку про будь-яке збільшення ціни і про право споживачів припинити дію договору, якщо вони не приймають нові умови.

Договір між електропостачальником та споживачем укладається, як правило, шляхом приєднання споживача до розробленого електропостачальником договору на умовах комерційної пропозиції, опублікованої електропостачальником.

Якщо сторони досягли згоди щодо укладення договору на інших умовах, відмінних від тих, які містяться у комерційних пропозиціях, розміщених на офіційному сайті електропостачальника, договір укладається у паперовій формі.

При цьому сторони можуть за взаємною згодою оформлювати додатки до договору, в яких узгоджуються організаційні особливості постачання електричної енергії. Такі додатки оформлюються у паперовій формі та підписуються обома сторонами.

Договір постачання електричної енергії споживачу укладається між електропостачальником та споживачем та передбачає постачання споживачу всього обсягу фактичного споживання електричної енергії за певним об'єктом у певний період часу одним електропостачальником відповідно до обраної споживачем комерційної пропозиції.

1.7 Постановка завдань досліджень

З 1 липня 2019 року в Україні запроваджено лібералізований ринок електричної енергії відповідно до Закону України «Про ринок електричної

енергії». Новий ринок надає право споживачам вільно обирати електропостачальника, а вартість електроенергії визначається залежно від обсягів електроспоживання, кон'юнктури ринку, часу доби та сегменту ринку, на якому було здійснено закупівлю електричної енергії. Проте, переваги лібералізації нового ринку електричної енергії може бути реалізовано лише за умови забезпечення точності, повноти, достовірності та актуальності даних обліку, на базі яких здійснюються розрахунки за електричну енергію та керування режимами електроспоживання. Такі дані повинні формуватися повномасштабними АСКОЕ (Smart Metering Systems), які надійно функціонують в автоматичному режимі.

Якщо АСКОЕ немає, тоді немає повної та достовірної інформації щодо обсягів виробленої, відпущеної, переданої, розподіленої, імпортованої та експортованої, а також спожитої електричної енергії у визначений проміжок часу.

У зв'язку з цим вдосконалення інформаційної комунікації суб'єктів лібералізованого ринку електричної енергії України, розробка нових методів та засобів формування, управління і обмін даними комерційного обліку електричної енергії та моніторинг енерговикористання, отриманих за допомогою Smart Metering Systems, відноситься до найбільш актуальних науково-практичних задач задля підвищення ефективності функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України.

То ж для досягнення мети магістерської дисертації, а саме: підвищення енергоефективності функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України через вдосконалення комунікацій між споживачем та комунальною компанією за допомогою Smart Metering System» необхідно розв'язати наступні завдання:

- 1) проаналізувати результати функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України, зокрема, результати діяльності електропостачальників на ринку;

- 2) дослідити методи та засоби інформаційної взаємодії ОСП, електропостачальників, споживачів, процеси формування, управління і обміну даними комерційного обліку електричної енергії, процеси інформаційної взаємодії суб'єктів;
- 3) проаналізувати результати функціонування АСКОВЕ (Smart Metering Systems), зокрема, доступність, повноту, достовірність та актуальність даних комерційного обліку електричної енергії ОСП, електропостачальникам та споживачам;
- 4) дослідити принципи ціноутворення в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України;
- 5) дослідити методи та засоби формування, управління і обміну даними комерційного обліку та моніторингу енерговикористання та розробити програмне забезпечення для мобільних пристроїв на платформі Windows Mobile з метою формування інформаційного забезпечення завдань керування режимами електроспоживання споживачів, проведення достовірних розрахунків за електроенергетичні ресурси, залучення споживачів до надання допоміжних послуг.

Висновки до розділу 1

Енергетична галузь України є важливою складовою економіки нашої держави.

З метою задоволення потреб споживачів у електричній енергії та об'єктивно пов'язаних з цим послуг (постачання, розподіл/передача електричної енергії та комерційний облік електричної енергії) відповідно до правил функціонує система взаємовідносин, що виникають між споживачем електричної енергії та електропостачальником у процесі постачання електричної енергії, а також іншими учасниками ринку, які надають пов'язані з постачанням електричної енергії послуги.

Комерційним обліком називають споживання електричної енергії підприємством для грошового розрахунку з постачальником.

Робота з системою комерційного обліку електроенергії розділяється на кілька етапів.

- перший рівень – рівень збору інформації;
- другий рівень – зв'язуючий;
- третій рівень – рівень збору, аналізу та зберігання даних.

Ефективність роботи енергетичного ринку залежить від зваженого розподілу функціонального навантаження на учасників, ступеня його контролюваності. Механізм державного регулювання настільки правомірний, наскільки зберігаються за державою функції управління економічними процесами. Причому, функції держави значно ширші та не обмежуються лише областю законодавства, а включають участь держави у всіх фазах відтворювального процесу. Інформаційний аспект взаємодії суб'єктів енергетичного ринку розглядається у двох площинах: з урахуванням технологічних характеристик та теорії управління.

Цінова (тарифна) політика держави, яка проводиться через ОРЕ, є неефективною і непрозорою.

Утримання низьких цін на електроенергію для побутових споживачів шляхом застосування механізму дотаційних сертифікатів призводить до завищення цін на електроенергію для промислових споживачів, що знижує конкурентоспроможність їх продукції. Цей механізм є непрозорим і створює можливості для зловживань і корупції.

Постачання (продаж) електричної енергії споживачу здійснюється за договором про постачання електричної енергії споживачу обраним споживачем електропостачальником, який отримав відповідну ліцензію, за вільними цінами.

Договір між електропостачальником та споживачем укладається, як правило, шляхом приєднання споживача до розробленого електропостачальником

договору на умовах комерційної пропозиції, опублікованої електропостачальником.

2 НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

2.1 Особливості комерційного обліку на ринку електричної енергії України

Ефективне функціонування ринку залежить від наявності достовірних даних про перетоки енергії в систему та з системи. Для здійснення комерційного обліку енергії потрібне вимірювальне обладнання необхідної точності і надійності, що забезпечує надання даних для проведення розрахунків на ринку (та інших платежів).

Метою комерційного обліку на ринку електроенергії є отримання продавцями, покупцями, оператором торгової системи і іншими зацікавленими учасниками оптового ринку достовірної, відповідної діючим нормативним документам, інформації про постачання товарної продукції (електроенергії, потужності) для організації комерційних розрахунків відповідно з правилами роботи ринку електроенергії.

Дані комерційного обліку можуть бути використані також і для вирішення технічних, техніко-економічних і статистичних завдань, як самого суб'єкта ринку електроенергії, так і на всіх рівнях ієрархії управління енергетичним виробництвом.

Комерційний облік для визначення руху товарної продукції повинен бути автоматизованим і охоплювати весь обсяг споживання, передачі і відпуску в натуральному вираженні (при неможливості, це має бути обумовлено договором поставки). При цьому інформацію не автоматизованого комерційного обліку повинна заноситися в базу даних АСКОВЕ вручну, з періодичністю, яка визначається розрахунковим періодом і договором з оператором торгової системи [9].

Організація комерційного обліку повинна здійснюватися, як правило, власником енергооб'єкта (енергооб'єктів) за технічними умовами (ТУ) оператора торгової системи.

Головною метою організації обліку електроенергії є отримання з необхідною оперативністю достовірної та узаконеної інформації про кількість і як виробленої, розподіленої і спожитої електричної енергії та потужності.

Ця інформація необхідна для вирішення комплексу наступних завдань [21]:

1. Оперативні, середньо-і довгострокові фінансові (комерційні) розрахунки між суб'єктами ринку електроенергії.
2. Ефективне оперативне управління режимами електроспоживання.
3. Контроль за дотриманням споживачами договірних зобов'язань і величин лімітів споживаних потужності і електроенергії при різних режимах роботи енергосистем.
4. Оперативне визначення та прогнозування всіх складових балансу електроенергії та потужності по суб'єктам ринку електроенергії.
5. Визначення, прогнозування та зниження питомих витрат палива на електростанціях на виробництво електричної (теплової) енергії.
6. Визначення складових собівартості виробництва, передачі, розподілу, збуту і споживання електроенергії та потужності в енергосистемі, у суб'єктів ринку електроенергії та у споживачів,
7. Забезпечення прозорості та обґрунтованості всіх тарифних систем.
8. Зниження технічних і комерційних втрат.

Основні ролі, які виконуються учасниками при забезпеченні комерційного обліку електричної енергії, та пов'язані з ними процеси вказані в цьому пункті (Табл.2.1).

Обмін інформацією між учасниками, ОР та ОСП (включаючи реєстрацію, подання заявок на РДН, заявок на ВДР, подання Заявок/Пропозицій на БР, реєстрація результатів та графіків, визначених за результатами РДН та ВДР) здійснюється шляхом обміну відповідними файлами через мережу Інтернет або шляхом заповнення відповідних форм через веб-сайт Оператора ринку та ОСП (веб-форми) (Рис 2.1)[22].

Таблиця 2.1 - Основні ролі, виконувані учасниками ринку електричної енергії

Функція (роль)	Учасники ринку	Основні процеси
ВТКО (сторона, відповідальна за точку комерційного обліку)	оператор системи, виробник, споживач	створення ТКО, організація улаштування ЗКО та вузлів обліку в ТКО, технічне обслуговування та ремонт належних ЗКО; організація пов'язаних з ТКО процесів формування та передачі даних комерційного обліку електричної енергії
сторона, приєднана до мережі	споживач, виробник	укладення договорів про споживання або виробництво електричної енергії в ТКО
оператор мережі	оператор системи, виробник, основний споживач	надання доступу до електричної мережі через ТКО для відбору або відпуску електричної енергії, участь у процесі організації та перевірки ТКО, пов'язаних з ними ЗКО; виконання функцій ППКО для ТКО в межах своєї відповідальності у разі звернення СПМ
ОЗКО (оператор засобів комерційного обліку)	оператор системи, ППКО	установлення, налаштування (зокрема параметризація), заміна, розвиток, введення та виведення з експлуатації, а також технічна підтримка та обслуговування ЗКО, їх програмного та апаратного забезпечення
АТКО (адміністратор точок комерційного обліку)		адміністрування ТКО, пов'язаних з ними ЗКО, областей комерційного обліку, учасників ринку та ППКО
ОЗД (оператор зчитування даних)		зчитування результатів вимірювань (первинних даних комерційного обліку) та даних про стан ЗКО, контроль якості зчитування, формування первинних даних комерційного обліку та їх передача ОДКО
ОДКО (оператор даних комерційного обліку)		отримання даних від ОЗД; формування, обробка, перевірка, валідація, зберігання, архівування та передача валідованих даних комерційного обліку АКО, суміжним ОДКО, учасникам ринку та споживачам
СВБ (сторона, відповідальна за врегулювання балансу)	учасник ринку або об'єднання учасників ринку	повідомлення і виконання погодинних графіків електричної енергії відповідно до обсягів купленої та проданої електричної енергії, фінансова відповідальність за врегулювання небалансів
АДКО (агрегатор даних комерційного обліку)	АКО/ППКО	отримання, перевірка, упорядкування та агрегація даних комерційного обліку; надання агрегованих даних комерційного обліку АКО та всім заінтересованим сторонам
адміністратор Кодексу	АКО	адміністрування цього Кодексу; публікація звіту про комерційний облік; надання пропозицій щодо перегляду та внесення змін до цього Кодексу; узагальнення пропозицій від ППКО або учасників ринку щодо внесення змін до цього Кодексу

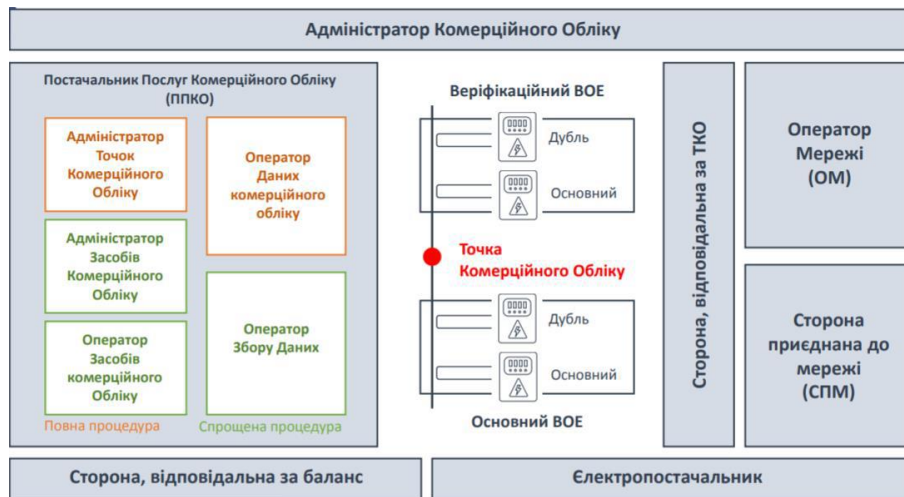


Рисунок 2.1 - Схема комерційного обліку електричної енергії

Інформаційна система ринку управляється через залу управління ОР, яка обладнана відповідним обладнанням та програмним забезпеченням, яке дозволить збирати та обробляти транзакції та плани роботи, зареєстровані на РДН, ВДР платформі та платформі реєстрації двосторонніх договорів [23].

Оператор ринку повинен бути також обладнаний програмним забезпеченням та обладнанням, що дозволяє здійснювати обмін даними з інформаційною системою ОСП.

Персонал ОР має забезпечувати безперервну роботу системи в максимально безпечних умовах та надавати підтримку учасникам ринку.

Аналогічно, управління Балансуючим ринком здійснюється з зали управління ОСП, яка обладнана ПЗ та обладнанням, які дозволяють збирати та обробляти відповідні дані та видавати диспетчерські команди. Персонал ОСП має забезпечувати безперервну роботу системи за максимально безпечних умов.

Точка комерційного доступу - точка до якої відносяться дані комерційного обліку електричної енергії, що використовуються для розрахунків на ринку електричної енергії (Рис. 2.2).

З метою забезпечення вимірювання та обліку електричної енергії в заданій точці облаштовується вузол обліку.

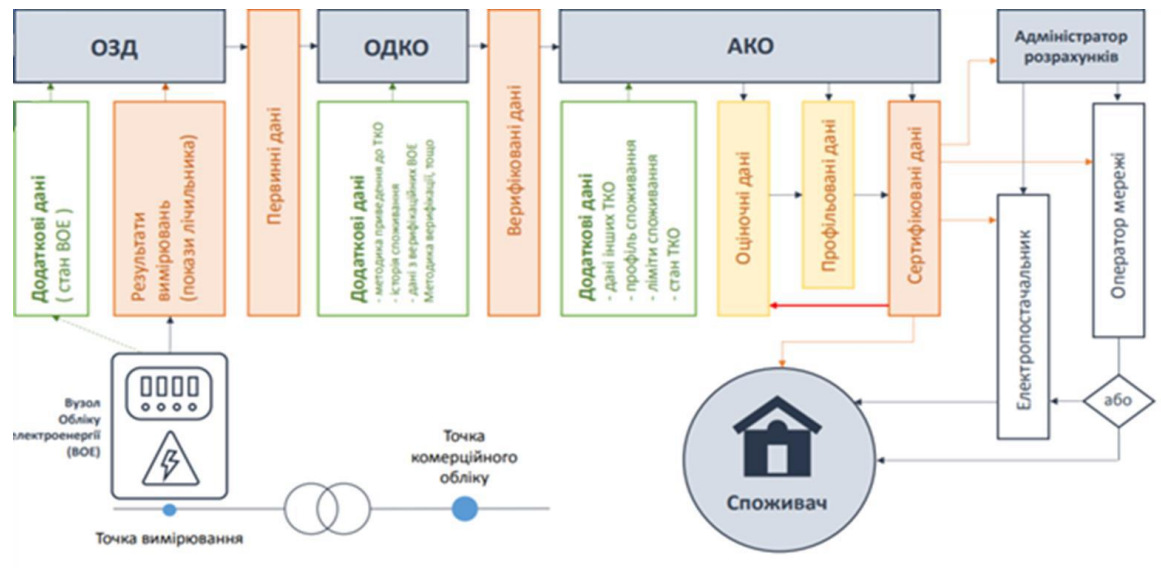


Рисунок 2.2 - Процес зчитування даних ТКО

Типовий ВОЕ складається з наступного обладнання:

- лічильник електричної енергії;
- трансформатори струму та напруги;
- засоби захисту (автоматичні вимикачі або запобіжники);
- вторинні кола струму і напруги;
- інші допоміжні засоби (тестовий блок, перетворювачі імпульсів, блоки живлення тощо).

Характеристики складових ВОЕ мають бути достатніми для вимірювання електричної енергії з заданою періодичністю та похибкою. Вимоги до місця встановлення ВОЕ визначаються відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) та Кодексу комерційного обліку електричної енергії [24].

Дані комерційного обліку електричної енергії, а також дані про стан засобів комерційного обліку, що використовуються для здійснення розрахунків та проведення аналізу на ринку електричної енергії отримуються на основі вимірювання або розрахунковим шляхом (Рис. 2.3).

Обмін даними комерційного обліку між учасниками ринку електроенергії здійснюється у вигляді електронних документів відповідно до стандартів інформаційного обміну, що розробляються АКО та затверджуються регулятором.

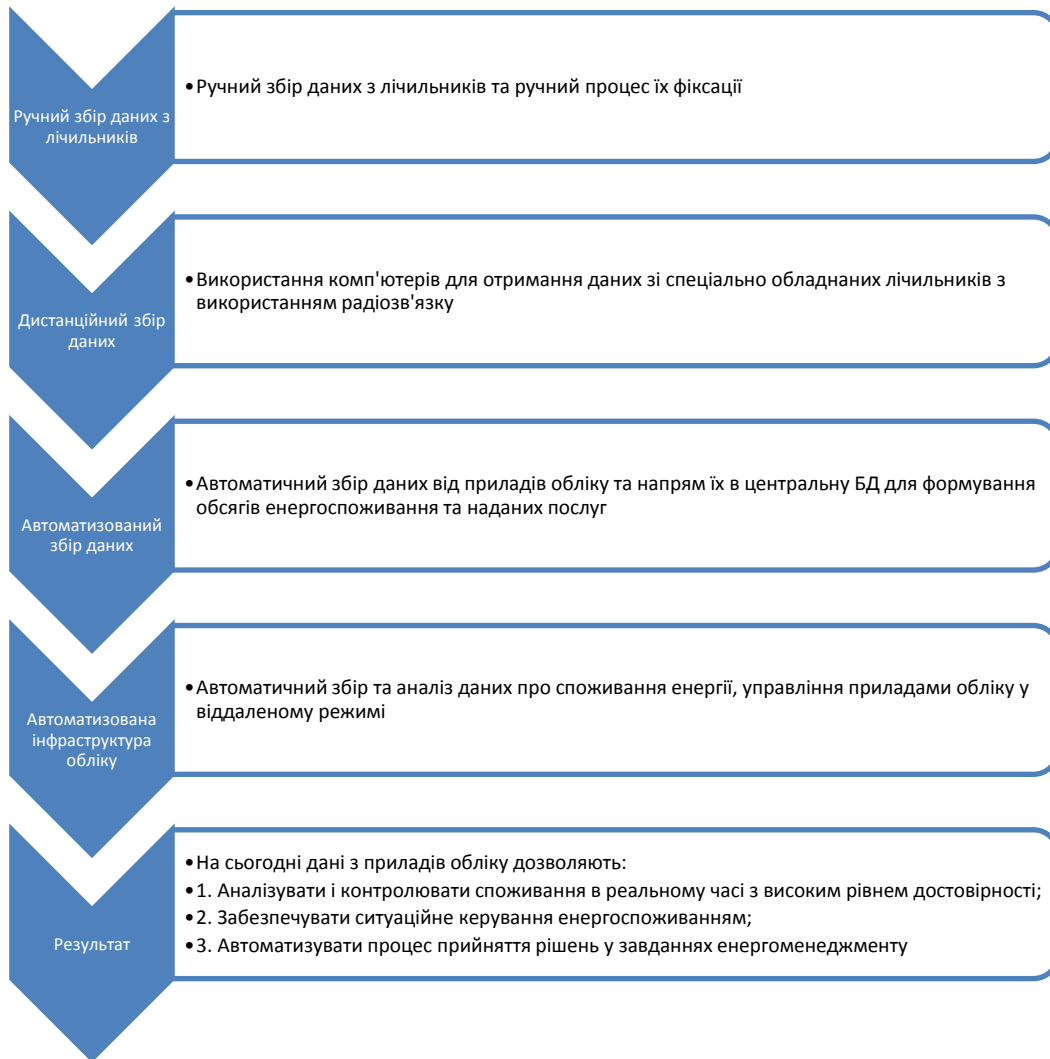


Рисунок 2.3 - Етапи розвитку систем збору даних

Механізм обміну даними має сприяти безперервному та безпечному функціонуванню ринку електроенергії та забезпечувати відсутність технічних бар'єрів для виходу на ринок невеликих учасників [23].

При передачі даних комерційного обліку електроенергії має бути забезпечено наступне:

- 1) повнота переданих даних;
- 2) захист від випадкових та ненавмисних змін під час передачі даних;
- 3) цілісність даних під час передачі;
- 4) достовірність даних, що передаються;
- 5) конфіденційність ключів;

- 6) заборона на передачу пошкоджених даних;
- 7) відсутність впливу затримки під час передачі;
- 8) відсутність впливу недоступності послуг передачі даних [22].

У зв'язку з розвитком ринкових відносин в країні істотно зросла значимість втрат електроенергії, так як вартість втрат є однією з складових тарифу на електроенергію.

Методологія визначення нормативів втрат ще не встановилася. Так як облік всіх складових втрат можливий тільки за допомогою постійно вироблених розрахунків на ЕОМ, необхідна розробка алгоритмів розрахунку, що забезпечують допустиму точність розрахунків при мінімумі вихідних даних.

В цілому основним завданням комерційного обліку електроенергії на ринку електроенергії є забезпечення інформацією суб'єктів ринку для:

- здійснення фінансових розрахунків за спожиту, вироблену або передану електроенергію;
- складання планових балансів виробництва і споживання електроенергії і прогнозів споживання;
- визначення втрат електроенергії в мережах;
- контролю за дотриманням учасниками ринку договірних режимів споживання (в деяких випадках виробництва) електроенергії з боку оптового ринку, суб'єктів оперативно-диспетчерського управління та розподільчих компаній.

Регламент ЄС щодо інтегрованості та прозорості ринку електроенергії, відомий як REMIT, встановлює деталі та типи даних, які повинні надаватись учасниками ринку, включаючи ОСП та ОР, на платформу CEREMP, управління якою здійснює ACER (копії даних надаються відповідному національному Регулюючому органу).

2.2 Оцінка даних комерційного обліку для суб'єктів ринку електричної енергії

Більшість сучасних електронних лічильників електричної енергії не лише реалізують вимірювання та облік електроенергії, а й обробляють результати вимірювань і визначають параметри обліку, що разом утворюють первинні дані обліку, які зберігають у первинній базі даних (ПБД) лічильника.

Первинні дані обліку надалі стають основою для формування приведених до точок вимірювань та обліку електричної енергії результуючих даних обліку, зокрема комерційного, а також для їхнього агрегування, перевірки, оцінки тощо, оскільки результати вимірювань і параметри обліку електроенергії практично неможливо змінити в ПБД після того, як завершено їх формування лічильником.

Під час функціонування АСКОЕ первинні дані обліку регулярно зчитуються цифровими комунікаційними інтерфейсами з ПБД багатофункціональних електронних лічильників електричної енергії і завантажуються до баз даних (БД) АСКОЕ верхніх рівнів у вигляді необроблених даних обліку, що можна розглядати як «копію» первинних даних обліку поза межами ПБД, де їх було безпосередньо сформовано, за винятком, можливо, форматів подання числових значень [25]. До таких відносяться пристрої збирання та передавання даних (ПЗПД), серверів АСКОЕ та автоматизованих робочих місць (АРМ).

Перевірку даних комерційного обліку потрібно починати з аналізу властивостей даних, що верифікуються. Тому, для ефективності подальшої роботи системи їх треба класифікувати (див. рис. 2.4).

Верифікація здійснюється в непрямий спосіб засобами автоматизованої інформаційної системи «Використання даних, отриманих з автоматизованих систем комерційного обліку електричної енергії суб'єктів» і полягає у первинній перевірці даних на внутрішню збалансованість та перехресній перевірці на їхню узгодженість із даними.

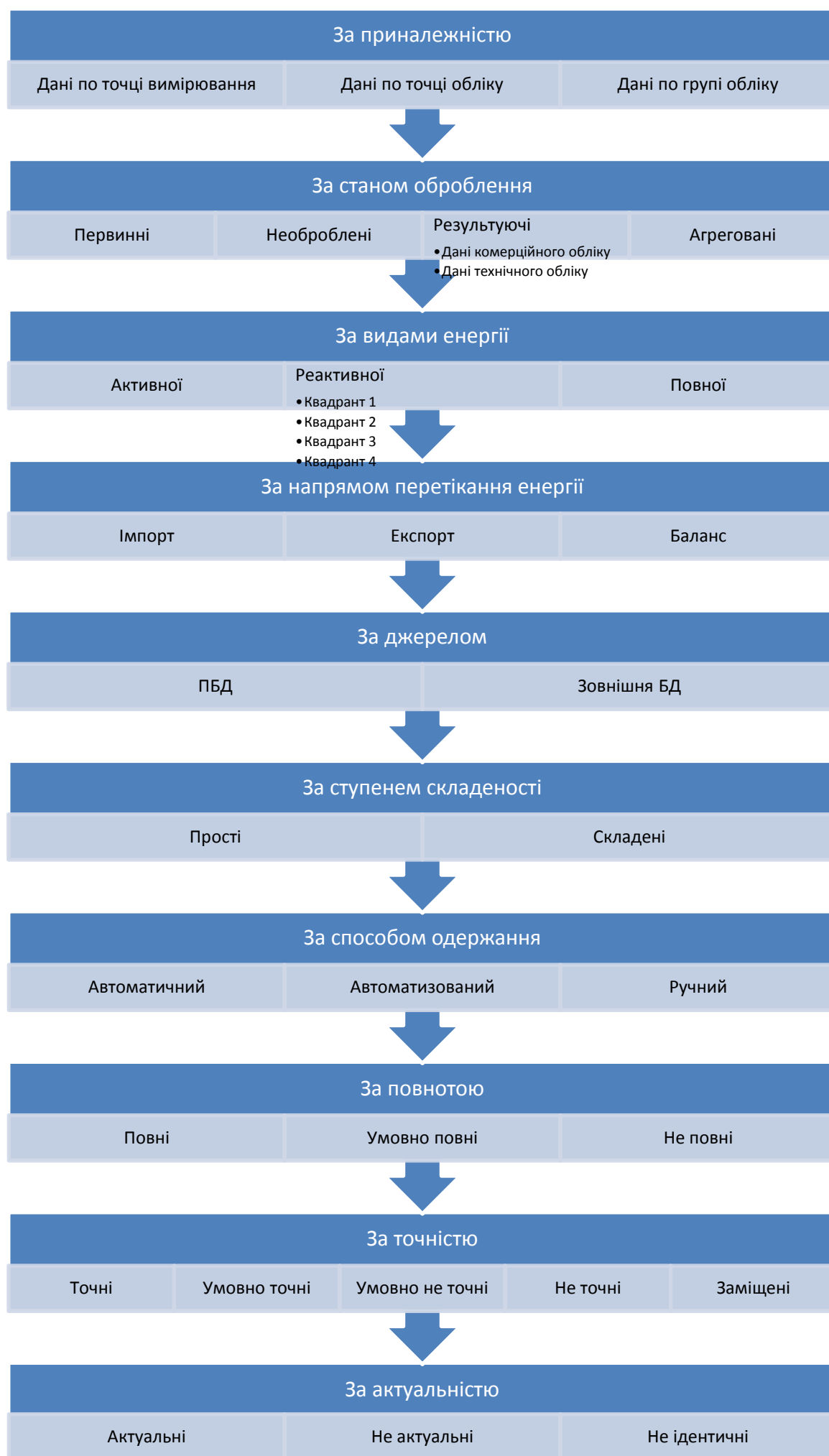




Рисунок 2.4 - Класифікація даних обліку електричної енергії

Ці дані надходять від суміжних за територіальною ознакою суб'єктів ринку електроенергії в межах спільних точок перетікання електричної енергії.

На роздрібному ринку електропередавальні компанії – постачальники за регульованим тарифом (ПРТ) зазвичай мають безпосередній доступ до ПБД багатofункціональних електронних лічильників електроенергії відповідно до технічних рекомендацій, що дає їм можливість верифікувати дані в прямий спосіб, зокрема, за допомогою порівняння отриманих даних з первинними даними обліку, аналізу вмісту журналів подій лічильника, контролю правильності його приєднання до електричної мережі дистанційним зняттям векторних діаграм, оцінювання точності прив'язки ШЧ інтегрованого годинника до НШЧ тощо.

Одним із головних завдань у межах комплексного забезпечення точності, повноти, цілісності, достовірності та актуальності даних обліку є вироблення системного підходу до формування ознак якості (достовірності) даних обліку на

основі структурованої системи їхньої класифікації та застосування таких ознак під час верифікації та валідації даних комерційного обліку.

2.3 Умови та шляхи забезпечення доступності, повноти, достовірності та актуальності даних комерційного обліку на ринку електричної енергії України

Для забезпечення повноти, достовірності та актуальності даних комерційного обліку електроенергії України необхідно дотримуватися наступних умов [26]:

- наявність нормативного забезпечення для застосування АСКОЕ та формування даних комерційного обліку;
- застосування приладів обліку, які занесені до реєстру;
- надійне працювання приладів комерційного обліку електроенергії;
- синхронізація та прив'язка процесів вимірювання та диференційованого обліку електричної енергії до національної шкали координованого часу (НШКЧ);
- основа даних комерційного обліку електроенергії на первинних даних обліку, що формуються приладами комерційного обліку електроенергії;
- забезпечення технічною перевіркою та обслуговуванням засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) на всіх етапах життєвого циклу;
- забезпечення надійного формування та обміну даними комерційного обліку засобами АСКОЕ;
- автоматизація та забезпечення прозорості формування даних комерційного обліку;
- використання даних комерційного обліку для подальших розрахунків;
- ефективність заміщення відсутніх і помилкових даних комерційного обліку АКО.

Дані умови можна забезпечити наступними шляхами:

1. Адміністратор комерційного обліку повинен забезпечити ринок нормативними документами (НД), які контролюють роботу АСКОЕ суб'єктів

енергоринку і процеси роботи з даними комерційного обліку. Також, у сферу їх діяльності входить забезпечення взаємодія як різних АСКОВЕ суб'єктів енергоринку України, так і вітчизняної АСКОВЕ із системами обліку електричної енергії об'єднаних синхронних енергозон Європи ENTSO-E [27].

2. АКО повинен встановити технічні вимоги до приладів обліку електроенергії, без наявності яких останній не зможе бути допущений і прийнятий до комерційного обліку на ринку електроенергії України.

3. Необхідна наявність метрологічного забезпечення приладів комерційного обліку електроенергії, що встановлюються в точках комерційного обліку енергоринку [28], їхня згідність із НШКЧ, узгодження їхніх ПБД з АСКОВЕ суб'єктів енергоринку.

4. Дані комерційного обліку електроенергії, які надсилаються суб'єктами ринку до АКО, повинні формуватися виключно на підставі первинних даних обліку, зчитаних з ПБД приладів комерційного обліку, шляхом приведення їх до межі балансової належності електричних мереж суб'єктів ринку та їхнього агрегування в автоматичному режимі. Дані комерційного обліку по неавтоматизованих точках повинні бути попередньо визначені у відповідності до встановленої Адміністратором комерційного обліку формалізованої процедури, погоджені між суміжними суб'єктами ринку електроенергії, завантажені до БД АСКОВЕ та використовуватися в розрахунках в автоматичному режимі. Під неавтоматизованими точками обліку розуміються точки, які не обладнані засобами диференційованого погодинного обліку електроенергії, або такі, які обладнані засобами диференційованого погодинного обліку електроенергії, але не забезпечують оперативне передавання даних обліку до пунктів їхнього оброблення у відповідності до регламенту проведення розрахунків в енергоринку.

5. Алгоритми оброблення первинних даних обліку, зокрема приведення їх до межі балансової належності електричних мереж, повинні бути базуватися на методиках, затверджених у встановленому порядку. Процедура формування

даних комерційного обліку електроенергії та їхнього агрегування повинна бути встановлена АКО.

6. В разі ненадходження (несвоєчасного надходження) первинних даних обліку до пунктів оброблення даних в АСКОЕ повинні бути передбачені алгоритми замінення відсутніх даних тимчасовими даними. Тимчасові дані – резервні дані – повинні бути попередньо визначені у відповідності до встановленої АКО формалізованої процедури, погоджені між суміжними суб'єктами ринку, завантажені до бази даних АСКОЕ та використовуватися в розрахунках в автоматичному режимі. В разі надходження первинних даних обліку в АСКОЕ повинна бути передбачена процедура коригування результатів попередніх розрахунків на підставі первинних даних обліку.

2.4 Методи та засоби вдосконалення інформаційної взаємодії суб'єктів ринку електричної енергії

Одне з основних завдань автоматизованих систем управління інфраструктурних організацій ринку електричної енергії - забезпечення надійного, стійкого і своєчасного обміну даними для підтримки функціонування ринку і виконання необхідних технологічних розрахунків. Для узгодження їх дій в області технологічного та економічного управління необхідно мати єдину інформаційну модель об'єкта управління і, отже, єдину структуру опису даних.

На сучасному етапі розвитку ринку електроенергії є деякі недоліки у взаємодії, зокрема, інформаційній, учасників ринку між собою. Далі буде запропоновано деякі методи її вдосконалення.

Для забезпечення сталого і надійного функціонування єдиного фізичного об'єкта управління, яким є ринок електроенергії, потрібна обробка великого обсягу інформації - поточні і ретроспективні дані про склад і характеристики технологічного обладнання, поточні і ретроспективні дані режиму, дані реєстрації аварійних процесів, заявки на ремонт і відключення мережевого обладнання (планові, строкові, аварійні), дані для здійснення прогнозу споживання, дані

обліку електроенергії з різною дискретністю обліку та збору і т.д. Рішення необхідних завдань управління розподіленим в просторі об'єктом управління декількома ієрархічно побудованими автоматизованими системами вимагає застосування сучасних інформаційних технологій, апробованих при експлуатації світовим співтовариством і адаптованих до умов України, що забезпечують однозначну консолідацію та агрегування даних, однаковість різних вибірок, єдине розуміння окремих екземплярів об'єктів і їх властивостей.

Основними завданнями для забезпечення ефективної взаємодії учасників ринку, що буде характеризуватися великими обсягами даних, інтенсивністю і різноманітністю переданої інформації, є:

- створення і функціонування єдиної системи класифікації об'єктів, обладнання, режимних параметрів і техніко-економічних показників;
- створення і функціонування єдиної системи ідентифікації конкретних об'єктів, обладнання, режимних параметрів і техніко-економічних показників електроенергії на основі існуючих і знову розроблених національних і галузевих методик ідентифікації;
- забезпечення можливості простого і ефективного обміну даними між різними рівнями управління, суб'єктами ринку і його операторами на основі національних стандартів;
- забезпечення максимальної незалежності структур зберігання даних і методів їх обробки від постійно мінливих в умовах розвитку і становлення ринку понять предметної області, взаємин і структури об'єктів;
- забезпечення можливості зберігання не тільки поточних станів об'єктів, а й ретроспективи їх розвитку від моменту створення до зникнення (темпоральний підхід);
- забезпечення максимальної незалежності структури і методів обробки від конкретних реалізацій, що має забезпечити необхідну функціональність в центрах збору і обробки як на верхніх рівнях, так і на нижчих рівнях, де питання про

встановлення потужних систем обробки та зберігання з економічних міркувань найближчим часом не повинно ставитися.

Регламент інформаційної взаємодії НЕК «Укренерго» і Оператора системи передачі, що визначає склад, формати, розклад і вимоги до часу доступу/доставки даних, якими будуть обмінюватися їх автоматизовані системи, повинен бути розроблений на базі детальних наскрізних бізнес-процесів оперативно-диспетчерського та технологічного управління.

Для обміну оперативними даними, передачі команд і обміну основної технологічної інформацією повинні використовуватися виділені, надійні і високопродуктивні канали передачі даних.

Оскільки технологічні процеси передачі і розподілу електроенергії нерозривно пов'язані між собою, між НЕК «Укренерго» і ДП «Енергоринок» повинен бути налагоджений обмін як оперативної, так і технологічною інформацією, наприклад - параметри режимів роботи обладнання на межах балансової належності, що виявляє вплив на режими роботи ринку електроенергії, стан схем прикордонних об'єктів, плани введення/виведення обладнання, історичні дані про події і порушеннях, і т.п.

Взаємодія АСТУ НЕК «Укренерго» і автоматизованих систем розподільчих мережевих компаній має ґрунтуватися на стандартах і регламентах, узгоджених з Оператором системи передачі. Стандарти та регламенти взаємодії є обов'язковими до виконання обома сторонами.

НЕК «Укренерго» є суб'єктом ринку електроенергії і має здійснювати закупівлі електричної енергії для компенсації втрат, що перевищують їх технологічно обґрунтований рівень.

Взаємодія АСТУ НЕК «Укренерго» і Інформаційної системи Адміністратора торгової системи повинно ґрунтуватися на стандартах і регламентах, обов'язкових до виконання обома сторонами. В даний час визначені тільки регламенти обміну даними обліку електричної енергії та контролю функціонування автоматизованих Інформаційно-Вимірювальних Систем.

Оскільки електроустановки потужних виробників і великих споживачів електроенергії приєднані безпосередньо до ОЕС України, між ними повинен бути налагоджений обмін як оперативної, так і технологічною інформацією, регламентованої вимогами до приєднання до ОЕС, наприклад - параметри режимів роботи обладнання на межах балансової належності та здійснюючого вплив на режими роботи ОЕС, стан схем електроустановок, плани введення / виведення обладнання, історичні дані про події і порушеннях, і т.п.

Взаємодія АСТУ НЕК «Укренерго» і автоматизованих систем генеруючих компаній і великих споживачів має ґрунтуватися на стандартах і регламентах, узгоджених з Оператором системи розподілу. Стандарти та регламенти взаємодії є обов'язковими до виконання обома сторонами.

2.5 Принципи та методи формування інформаційного забезпечення завдань комплексного енергомоніторингу в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії

Організаційно-економічний механізм розвитку ринку електричної енергії слід розглядати з точки зору сполучення економічних інтересів країни, усвідомлення дійсних потреб споживачів, забезпечення енергетичної безпеки країни, збалансованого розвитку підприємств енергетики та запобігання проблем розвитку. В рамках організаційного механізму з метою підвищення ефективності функціонування та розвитку нового ринку електричної енергії необхідно, в першу чергу, удосконалити інституційно-правове забезпечення і упровадити ІС моніторингу ринку електричної енергії.

Побудова ІС моніторингу розвитку ринку електричної енергії визначає необхідність застосування системного підходу, якій припускає, що будь-яка система — це сукупність взаємопов'язаних елементів (об'єктів, явищ, процесів), що має вхід та вихід із системи, зв'язок із зовнішнім середовищем, зворотний зв'язок і володіє єдиними для всіх елементів властивостями: цілісності, автономності та стійкості [29].

ІС моніторингу розвитку ринку електричної енергії — це взаємопов'язана сукупність інформаційних, технічних, програмних, математичних, організаційних, правових, ергономічних, технологічних та інших засобів, а також організаційних структур, призначена для збору, зберігання, аналізу та обробки інформації. Вона повинна не тільки забезпечувати учасників ринку, регулюючі органи, потенційних інвесторів та громадськість повноцінною оперативною інформацією, але й включати в себе, в рамках інформаційних технологій, програмно-математичне забезпечення, що дозволяє здійснювати комплексну оцінку поточного стану і конкурентного середовища, прогнозувати параметри ринку від доби до декількох років, оптимізувати ціни й обсяги купівлі/продажу електроенергії, виявляти випадки використання ринкової сили, зниження ефективності функціонування ринку, розробляти пропозиції щодо поліпшення Правил ринку [30].

ІС моніторингу розвитку ринку електричної енергії повинна з'єднувати в єдину систему основні складові, а саме: інформаційний банк даних, інформаційні технології, функціональні компоненти, організаційну структуру, що представляє собою взаємодію учасників ринку, а також регулюючих органів, громадських організацій (рис. 2.5).

ІС моніторингу повинна функціонувати в рамках чинної нормативно-правової бази, на принципах цілеспрямованості; системності, комплексності, незалежності, наукової обґрунтованості, балансу інтересів, безперервності спостереження; достовірності і повноти, економічності, адаптивності, відкритості та інформованості.

Важливо відзначити, що публічне надання інформації основними гравцями ринку і системним операторам підвищить прозорість ринку електричної енергії, полегшує виявлення порушень правил ринку, підвищує незалежність регулюючих органів і дозволяє здійснювати нагляд за системним оператором ринку.

До основних завдань ІС моніторингу ринку електричної енергії слід віднести:

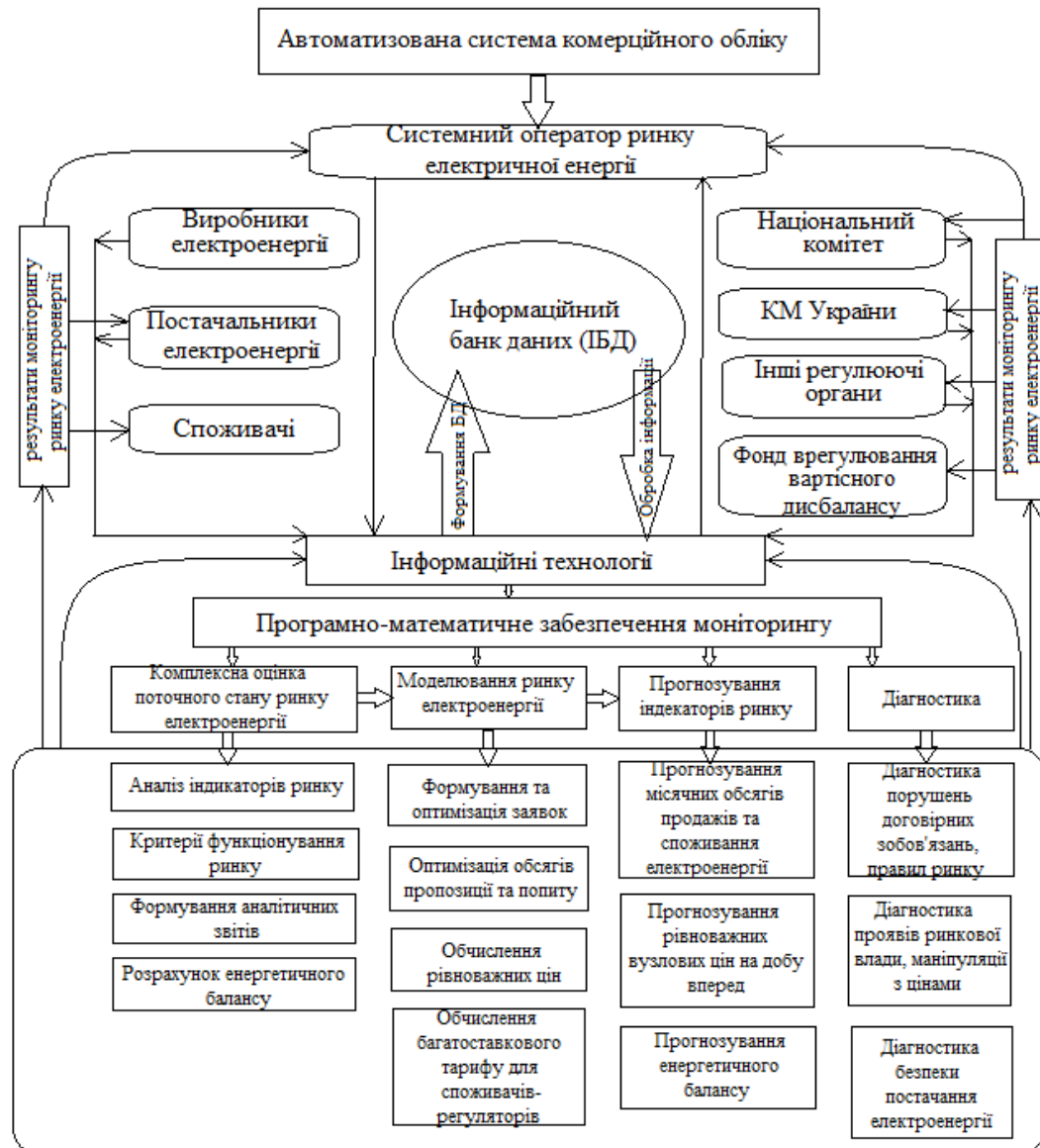


Рисунок 2.5 - Інформаційна система моніторингу розвитку ринку електричної енергії

- формування індикаторів і критеріїв конкурентного середовища, стану та розвитку ринку електричної енергії;
- комплексна оцінка функціонування ринку електричної енергії за певний період часу;
- оцінка діяльності системного оператора, оператора ринку, Фонду врегулювання вартісного дисбалансу, гарантованого покупця, а також роботи ринку двосторонніх договорів, ринку «на добу наперед», балансуючого ринку,

ринку допоміжних послуг, здійснення розподілу пропускної спроможності міждержавних електричних мереж;

- ведення комерційного обліку взаєморозрахунків між учасниками ринку електричної енергії;

- розробка економіко-математичних моделей та програмного забезпечення для оцінки взаємодії учасників ринку, оптимізації заявок і визначення оптимальних обсягів відпуску та продажу електроенергії на ринку електричної енергії, рівноважних вузлових цін купівлі електроенергії, оцінки прибутковості ринку електричної енергії та інвестиційної привабливості;

- розробка економіко-математичних моделей та програмного забезпечення для прогнозування основних індикаторів ринку електричної енергії, в першу чергу рівноважних вузлових цін купівлі електроенергії на добу вперед, на місяць уперед тощо;

- діагностика порушень правил ринку, проявів ринкової влади, маніпуляції з цінами, порушень договірних зобов'язань, інших негативних явищ;

- діагностика безпеки постачання електричної енергії (аналіз балансу виробництва&споживання електричної енергії на ринку електричної енергії; аналіз рівня очікуваного майбутнього попиту на електричну енергію та прогнозу потужності, яку має бути забезпечено за рахунок додаткових генеруючих потужностей; оцінку якості та рівня технічного обслуговування електричних мереж; заходи щодо покриття максимального навантаження та вирішення проблеми дефіциту генеруючої потужності);

- розробка сценаріїв ефективного функціонування ринку електричної енергії та підсумкових звітів.

У рамках ІС моніторингу на базі інформаційних технологій розробляється програмно-математичне забезпечення, яке дозволить вирішувати основні завдання ефективного функціонування ринку електричної енергії в режимі реального часу, істотно скорочувати час прийняття оперативних, вигідних для всіх учасників ринку рішень щодо продажу та розподілу електроенергії в

мережах, а також оптимізувати процес взаєморозрахунків. Математичне моделювання ринку електричної енергії України дозволяє визначити його рівноважний стан, при якому ціни на електричну енергію, обсяги продаж, передачі та споживання електроенергії встановлюються на такому рівні, при якому кожний з учасників ринку отримує максимальний прибуток.

2.6 Ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії України

Нова модель ринку електричної енергії може ефективно функціонувати лише за умови повної автоматизації обліку електричної енергії, тобто, коли всі дані для проведення розрахунків та керування режимами електроспоживання збираються, обробляються, верифікуються і валідуються в автоматизований спосіб із застосуванням автоматизованих систем комерційного обліку електричної енергії (АСКОЕ). Проте, не у всіх споживачів електричної енергії впроваджено АСКОЕ.

Якщо АСКОЕ немає, тоді немає повної та достовірної інформації щодо обсягів виробленої, відпущеної, переданої, розподіленої, імпортованої та експортованої, а також спожитої електричної енергії у визначений проміжок часу. І проблема в тому, що кожного дня оператор балансувального ринку має проводити розрахунки, а комплекту даних немає. І для того, щоб комплект даних був, знайшли спосіб їх заміщувати, скинувши всі втрати на тих споживачів, які не мають автоматизованого обліку. І відповідно виникає проблема великих відхилень, великих небалансів, тому що дані недостовірні і на основі цих даних не можна балансувати ринок. В результаті кошти виходять з обороту і недоступні електропостачальникам. Це все призводить до неефективності ринку.

Комерційний облік електроенергії на ринку електричної енергії України здійснюється відповідно до вимог Кодексу комерційного обліку електричної енергії (постанова НКРЕКП від 14.03.2018 №311 (у редакції постанови НКРЕКП від 20.03.2020 № 716))[31].

Робота з системою комерційного обліку електроенергії розділяється на кілька етапів (Рис. 2.6)

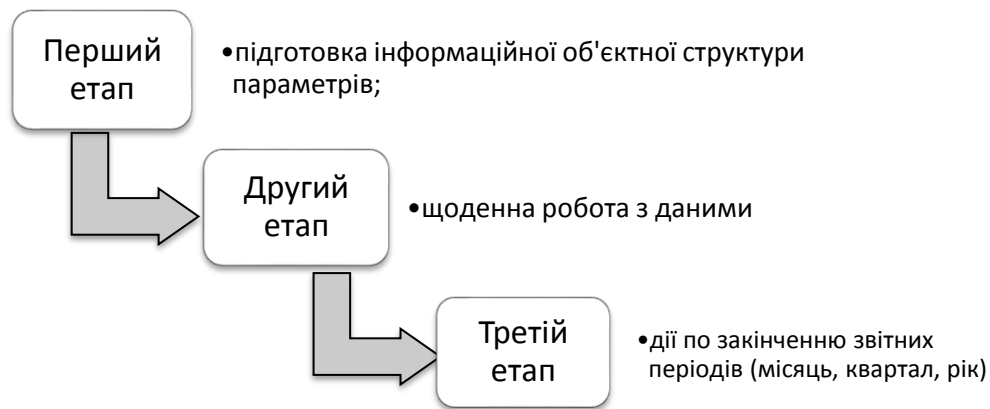


Рисунок 2.6 - Етапи роботи з системою комерційного обліку

Перший етап – підготовка інформаційної об'єктної структури параметрів. Формується структура енергооб'єктів, точок обліку, розрахункових перетинів, структура основної і замісної АСКОЕ (поділ параметрів на оперативні і статистичні дані). Здійснюється прив'язка параметрів до джерел інформації (АСКОЕ, макети) для забезпечення завантаження даних до бази даних (БД).

Другий етап – щоденна робота з даними. Проводиться завантаження результатів обліку з АСКОЕ (в автоматичному або ручному режимі), введення положень обхідних вимикачів (за необхідності), аналіз відсутніх даних, недостовірної і некомерційної інформації, розрахунок сумарних показників, розрахунок короткострокових прогнозів електроспоживання, формування звітних форм, макетів.

Третій етап – дії по закінченню звітних періодів (місяць, квартал, рік). Проводиться розрахунок інтегральних значень по закінченню інтервалу, формування звітних форм і макетів, перевірка збіжності даних макетів [9].

У всіх точках на приєднаннях електроустановок споживачів (крім побутових споживачів) до мереж ОСР/НЕК та/чи до мереж основних споживачів, де вимірюється надходження електричної енергії на площадки вимірювання групи

«а» з приєднаною потужністю електроустановок 150 кВт і більше, мають бути встановлені лічильники погодинного комерційного обліку електричної енергії та забезпечена можливість щодобового дистанційного зчитування показів лічильників, а з приєднаною потужністю електроустановок до 150 кВт – лічильники погодинного або багатозонного (багатотарифного) комерційного обліку електричної енергії із гарантованим щодобовим зчитуванням даних з лічильників. Якщо цю умову не виконано або споживач не призначив Оператора АСКОЕ або постачальника послуг комерційного обліку (ППКО), то такі площадки вимірювання має бути віднесено до групи «б» [32]

Залишковий графік – сформований ОСР/НЕК добовий погодинний графік, який використовується для розрахунку графіка споживання електричної енергії площадок вимірювання групи «б». Добовий погодинний графік для площадок вимірювань групи "б" споживачів розраховується ОСР/НЕК по кожному електропостачальнику на підставі залишкового графіка та частки електропостачальника, визначеної із застосуванням обсягів фактичного споживання електричної енергії за період поза минулого місяця відповідних площадок вимірювань споживачів групи "б" електропостачальника (з урахуванням зміни електропостачальника споживачем та/або зміни групи "а"/"б" станом на 25 число попереднього місяця) [9]. Проблема споживачів групи «б» полягає у тому, що звіт погодинного споживання формує оператор системи розподілу за своїми графіками. ОСР від загального графіку споживання віднімає загальне споживання групи «а» і залишок розподіляє на групу «б», формує погодинний звіт, виходячи з прогнозного обсягу, який подає споживач перед початком місяця. Також по групі «б» немає можливості побачити фактичне погодинне споживання по конкретному об'єкту, тому що в звіті представлені сумарні результати усіх споживачів по конкретній області.

З точки зору НКРЕКП знайшли нібито вдалий спосіб заміщувати дані. Тому що для операторів системи розподілу по факту немає небалансів, тобто немає втрат. Він взяв усі втрати і скинув на тих, у кого немає АСКОЕ або там, де

воно не функціонує. Здавалося, що це гарна ідея. А по факту виявилось, що втрат немає, а балансувати не можна, тому що дані недостовірні і на основі цих даних не можна звести баланс.

Якщо ми розглядаємо споживача облік електроспоживання якого здійснюється на базі АСКОЕ, то виникає можливість формувати прогнозні величини, так як обсяг споживання є більш передбачуваним. Також можна впливати на те, щоб сам споживач надавав допоміжні послуги в балансуванні та плануванні. А той комплект даних, що надає оператор системи розподілу, не має жодного відношення до цього споживача, в результаті прогнози на них будувати не можна. Це просто не вірні і не його дані і відповідно ніякого прогнозу не буде.

Відповідно до цього виникає проблема великих відхилень, а там де великі відхилення, великі небаланси за які оператор системи передачі формує рахунки вартості цих небалансів. В результаті кошти виходять з обігу і є недоступними електропостачальникам на досить довгий проміжок часу. Все це все призводить до неефективності ринку, неефективності роботи та неточного формування тарифу для споживачів групи «б».

На основі оптових цін енергопостачальники формують ціни для споживачів, крім цін для населення. Розглянемо приклад проведення розрахунків за поставлену електричну енергію електропостачальником ТОВ «ЕНЕРГОЛАЙТ КОМПАНІ» для промислового підприємства потужністю понад 150 кВт (далі – Завод). Варто зазначити, що Завод має АСКОЕ.

Постачання електричної енергії здійснюється за цінами (тарифами), які розраховуються виходячи із вартості закупівлі електроенергії для потреб Споживача на організованих сегментах ринку електричної енергії, розміру тарифу на послуги з передачі електричної енергії та визначається за формулою 1:

$$\text{Тариф} = (РДН + БР_{(к)} - БР_{(np)}) / V + T_{(осн)}, \quad (1)$$

де РДН – вартість придбаної електричної енергії за ціною ринку «на добу наперед» у відповідну годину;

БР_(к) – вартість придбаної (недозамовленої) електричної енергії за фактичними

цінами небалансів у відповідну годину;

$БР_{(пр.)}$ - вартість проданої (надмірно замовленої) електричної енергії за ціною балансуючого ринку у відповідну годину;

V – обсяг поставленої електричної енергії;

$T_{(осп)}$ – тариф оператора системи передачі.

Розрахунки проводяться в Excel, куди завантажено погодинні ціни ринку «на добу наперед» (РДН), з електронного ресурсу [33], погодинний план споживання від споживача, фактичний погодинний графік споживання, завантажений з платформи Market Management System (MMS), погодинні фактичні ціни позитивного та негативного небалансу з ресурсу [34].

Вартість придбаної електричної енергії за ціною ринку «на добу наперед» розрахуємо за формулою 2:

$$PДН = \sum_{i=30}^n C_{PДНtn} \cdot V_{tn}, \quad (2)$$

де $C_{PДНtn}$ - ціна на РДН у відповідну годину у відповідний день n ;

V_{tn} - замовлений обсяг у відповідний день у відповідну годину n .

Знайти обсяги позитивного і негативного небалансу у відповідну годину відповідного дня можна за формулою (3):

$$V_{тнебалансу} = V_{tn} - V_{tn(факт)}; \quad (3)$$

де $V_{tn(факт)}$ - фактичне споживання у певну годину. Дані, що передаються з АСКОВЕ і завантажуються на платформу Market management system (MMS).

Якщо $V_{тнебалансу} > 0$ – це позитивний небаланс (надмірно замовлений обсяг електроенергії), якщо $V_{тнебалансу} < 0$ – це негативний небаланс (недозамовлений обсяг електричної енергії).

Вартість придбаної (недозамовленої) електричної енергії за ціною балансуючого ринку у відповідну годину розрахуємо за формулою 4:

$$\begin{aligned}
BR_{\kappa} &= \sum_{i=30}^n |V_{\text{небалансу(негат)}n}| \cdot C_{BR\kappa(n)} \\
BR_{\kappa(\text{серпень})} &= 91943,04 \text{ грн} \quad ; \\
BR_{\kappa(\text{вересень})} &= 100463,20 \text{ грн}
\end{aligned}
\tag{4}$$

де $C_{BR\kappa}$ - ціна позитивного небалансу у відповідну годину.

Вартість проданої (надмірно замовленої) електричної енергії за ціною балансуючого ринку у відповідну годину розраховуємо за формулою 5:

$$\begin{aligned}
BR_{np} &= \sum_{i=n}^{30} |V_{\text{небалансу(позит)}n}| \cdot C_{BR(np)n} \\
BR_{np(\text{серпень})} &= 55335,98 \text{ грн} \quad ; \\
BR_{np(\text{вересень})} &= 88384,51 \text{ грн}
\end{aligned}
\tag{5}$$

де C_{BRnp} - ціна негативного небалансу у відповідну годину.

Для зручності, розрахунки проводилися в таблиці Excel.

Підставивши усі значення в формулу 1, розраховуємо тариф для Заводу:

$$\text{Тариф}_{\text{серпень}} = (2176172,59 + 91943,04 - 55335,98) / 1707852 \cdot 0,25 = 1,55 \text{ грн} ;$$

$$\text{Тариф}_{\text{вересень}} = (2959379,77 + 100463,20 - 88384,51) / 2011815 \cdot 0,25 = 1,73 \text{ грн}$$

За підрахунками, тариф серпня місяця для Заводу склав 1,55 грн, а для вересня – 1,73 грн. Звернемо увагу, що план на серпень місяць складав 1 714 150 кВт·год, а факт 1 707 852 кВт·год. Тобто відхилення плану від факту становить 0,37%. Також маємо кількість позитивного небалансу по даному споживачу 59 098 кВт·год, що становить 3,45% від замовленого обсягу і кількість негативного небалансу 54 354 кВт·год, що становить 3,17%. Тобто небаланси для Заводу за серпень місяць складають приблизно 3% (<5%), що є нормальним показником.

План на вересень місяць складав 2 045 600 кВт·год, а факт 2 011 815 кВт·год. Тобто відхилення плану від факту становить 1,65%. Також маємо кількість позитивного небалансу по даному споживачу 88 726 кВт·год, що становить 4,34% від замовленого обсягу і кількість негативного небалансу

52 249 кВт·год, що становить 2,55%. Тобто небаланси для Заводу за вересень місяць складають до 4% (<5%), що є нормальним показником.

Для порівняння енергопостачальна компанія ТОВ «ЕНЕРГОЛАЙТ КОМПАНІ» має споживачів групи «б». В даному випадку це фізична особа підприємця (ФОП), а саме готелі з сумарним місячним споживанням 400 000 кВт та кіностудія зі споживанням 150 000-200 000 кВт на місяць.

На серпень місяць було замовлено 547 600 кВт·год для 8 готелів та кіностудії. А фактичне споживання склало 591 062 кВт·год. Відхилення плану від факту становить 7,35%.

На вересень місяць було замовлено 606 300 кВт·год, а фактичне споживання – 585 339 кВт·год. Відхилення плану від факту становило 3,46%.

Тариф закриття розрахункового місяця для даних споживачів є більш сталим. Він формується, включаючи усі затрати загальної вартості купленої електроенергії мінус затрати загальної вартості по групі «а». У серпні і вересні тариф становив $T_{\phi,K} = 1,98 \text{ грн}$.

Порівнюючи відхилення плану і факту Заводу і споживачів групи «б» за серпень $\Delta V_3 = 1,65\%$, $\Delta V_{\phi,K} = 7,35\%$ і за вересень $\Delta V_3 = 0,37\%$, $\Delta V_{\phi,K} = 3,46\%$ бачимо суттєву різницю (див. табл. 2.2 і табл. 2.3).

Таблиця 2.2 - Дані по споживачам за серпень

Серпень	Завод, група «а»	Готелі + кіностудія, група «б»
Плановий обсяг	1 714 150 кВт·год	547 600 кВт·год
Фактичний обсяг	1 707 852 кВт·год	591 062 кВт·год
Відхилення плану від факту	0,37%	7,35%
Тариф	1,55 грн	1,98 грн

Припустимо, що в готелях та кіностудії впроваджено АСКОЕ. Тоді тариф за ці ж розрахункові періоди зменшиться на:

Таблиця 2.3 - Дані по споживачам за вересень

Вересень	Завод, група «а»	Готелі + кіностудія, група «б»
Плановий обсяг	2 045 600 кВт·год	606 300 кВт·год
Фактичний обсяг	2 011 815 кВт·год	585 339 кВт·год
Відхилення плану від факту	1,65%	3,46%
Тариф	1,73 грн	1,98 грн

$$\Delta V_{\Phi, K} - \Delta V_3 = 7,35\% - 1,65\% = 6,98\% \text{ - за серпень місяць.}$$

(6)

$$\Delta V_{\Phi, K} - \Delta V_3 = 3,46\% - 0,37\% = 1,81\% \text{ - за вересень місяць.}$$

Тоді тариф становив би:

$$T_{\Phi, K \text{серпень}_2} = \frac{1,98 \cdot (100 - 6,98)}{100} = 1,84 \text{ грн};$$

$$T_{\Phi, K \text{вересень}_2} = \frac{1,98 \cdot (100 - 1,81)}{100} = 1,94 \text{ грн.}$$

(7)

Розрахуємо економію за формулою 8:

$$E_{\text{серпень}} = T_{\Phi, K} \cdot V_{\Phi, K_{\text{факт}}} - T_{\Phi, K \text{серпень}_2} \cdot V_{\Phi, K_{\text{факт}}} =$$

$$= 1,98 \cdot 591062 - 1,84 \cdot 591062 = 82748,68 \text{ грн}$$

$$E_{\text{вересень}} = T_{\Phi, K} \cdot V_{\Phi, K_{\text{факт}}} - T_{\Phi, K \text{вересень}_2} \cdot V_{\Phi, K_{\text{факт}}} =$$

$$= 1,98 \cdot 585339 - 1,94 \cdot 585339 = 23413,56 \text{ грн}$$

(8)

Отже, за серпень місяць споживач зекономив би 82 748,68 грн, а за вересень 23 413,56 грн і це без врахування небалансів, які також оплачуються.

Впровадження АСКОЕ для готелів та кіностудії. Фінансові розрахунки.

Сучасну АСКОЕ слід розглядати як систему, що включає чотири зв'язаних між собою рівні обладнання і програмне забезпечення, які функціонують одночасно (Рис. 2.7):

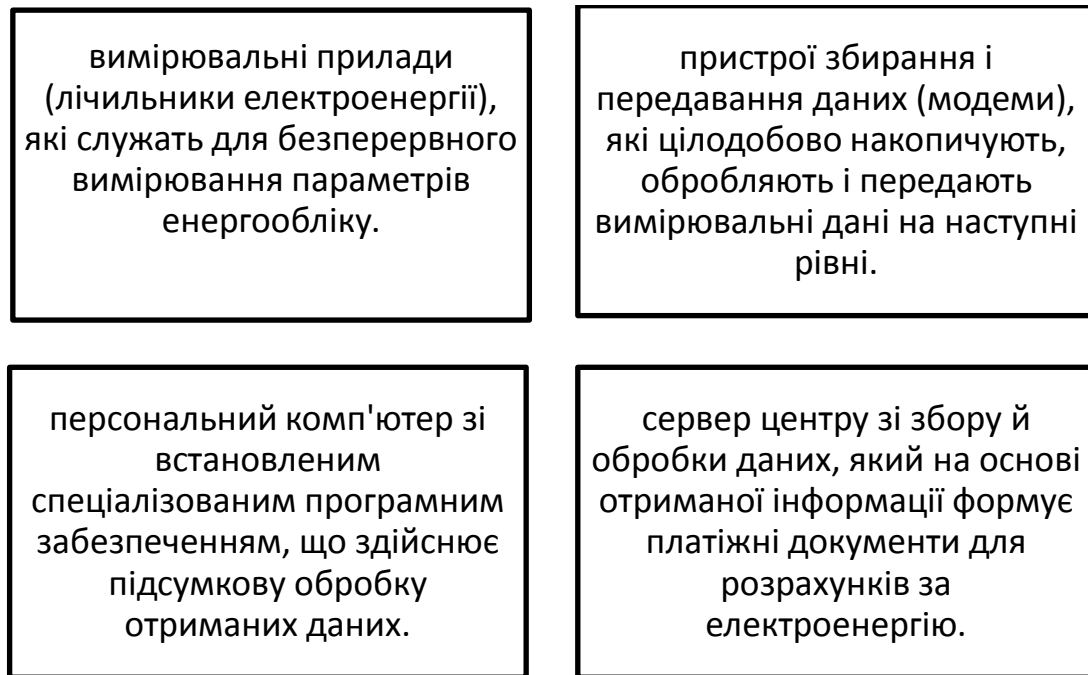


Рисунок 2.7 - Рівні обладнання сучасної АСКОЕ

Вартість АСКОЕ для готелів та кіностудії оцінюється в суму 600 000 грн.

При вже встановленій АСКОЕ на даних об'єктах, економія складає приблизно

$$E_{cp} = \frac{E_{серпень} + E_{вересень}}{2} = \frac{82748,68 + 23413,56}{2} = 53081,12 \text{ грн в місяць.} \quad (9)$$

Термін окупності АСКОЕ на даних об'єктах становитиме:

$$T_{окупності} = C / E_{cp} = 600000 / 53081,12 = 11,3 \text{ місяця.} \quad (10)$$

Прийнятний термін окупності для АСКОЕ – 1,2-1,5 роки. Для споживачів ТОВ «ЕНЕРГОЛАЙТ КОМПАНІ» термін окупності АСКОЕ складатиме менше року. Тобто, впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії для готелів та кіностудії є економічно вигідним.

Висновки до розділу 2

Метою комерційного обліку на ринку електроенергії є отримання продавцями, покупцями, оператором торгової системи і іншими зацікавленими

учасниками оптового ринку достовірної, відповідної діючим нормативним документам, інформації про постачання товарної продукції (електроенергії, потужності) для організації комерційних розрахунків відповідно з правилами роботи ринку електроенергії.

Обмін інформацією між учасниками, ОР та ОСП здійснюється шляхом обміну відповідними файлами через мережу Інтернет або шляхом заповнення відповідних форм через веб-сайт Оператора ринку та ОСП.

Розробка цілісної нормативної бази і запровадження комплексу вимог щодо верифікації та валідації даних комерційного обліку, що надходять від АСКОЕ суб'єктів ринку до ІОК забезпечить стійке функціонування і сталий розвиток розподіленої АСКОЕ України та її складових. Повномасштабна багатофункціональна АСКОЕ України стане надійним базисним інструментом складання достовірних електроенергетичних балансів України і проведення прозорих розрахунків на ринку електроенергії України та забезпечить ефективне функціонування обраних рольових моделей обміну даними комерційного обліку за різних моделей енергоринку України та на перехідних етапах.

Для забезпечення сталого і надійного функціонування єдиного фізичного об'єкта управління, яким є ринок електроенергії, потрібна обробка великого обсягу інформації – поточні і ретроспективні дані про склад і характеристики технологічного обладнання, поточні і ретроспективні дані режиму, дані реєстрації аварійних процесів, заявки на ремонт і відключення мережевого обладнання (планові, строкові, аварійні), дані для здійснення прогнозу споживання, дані обліку електроенергії з різною дискретністю обліку та збору [тощо](#). Рішення необхідних завдань управління розподіленим в просторі об'єктом управління декількома ієрархічно побудованими автоматизованими системами вимагає застосування сучасних інформаційних технологій, апробованих при експлуатації світовим співтовариством і адаптованих до умов України, що забезпечують однозначну консолідацію та агрегування даних, однаковість різних вибірок, єдине розуміння окремих екземплярів об'єктів і їх властивостей.

У рамках організаційно-економічного механізму реформування ринку електроенергії України повинно починатися зі створення життєздатної нормативно-правової бази, формування інституційного забезпечення з чітким розмежуванням повноважень та взаємозв'язків між суб'єктами ринку і регулюючими органами. Найважливішою складовою організаційно-економічного механізму є ІС моніторинг розвитку електроенергетичного ринку, яка, може стати основним механізмом ефективного функціонування ринку та регламентації діяльності його суб'єктів. Основу ІС моніторингу ринку складають: інформаційний банк даних, інформаційні технології, функціональні компоненти, організаційна структура, що представляє собою взаємодію суб'єктів ринку, регулюючих органів, громадських організацій тощо. Найважливішими елементами ІС є програмно-математичне забезпечення і автоматизована система комерційного обліку.

З метою забезпечення розрахунків за поставлену електричну енергію і визначення справедливого тарифу для споживачів є надзвичайно важливим отримання достовірної, відповідної чинним нормативним документам, інформації про постачання товарної продукції (електроенергії, потужності) для організації комерційних розрахунків. Пакет даних повинен бути об'єктивним, достовірним, точним. Для цього дані повинні збиратися і оброблятися автоматизовано, без участі оператора. І це все можна реалізувати за допомогою Smart Metering System або АСКОЕ. Це покращить інформаційну взаємодію споживача і електропостачальника, знизить кількість небалансів, а відповідно, у споживача буде нижчий тариф закриття місяця, а в електропостачальника фінансова складова не буде виходити з обігу. Такий підхід дає можливість підвищення ефективної роботи лібералізованого ринку електричної енергії України, який може ефективно функціонувати лише за умови повної автоматизації обліку електричної енергії.

3 СПЕЦИФІКАЦІЯ ПОСЛУГ З ПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

3.1 Принципи застосування та результати функціонування Smart-систем в лібералізованому ринку електричної енергії України

На сьогодні за умови прийняття Закону України від 13. 04. 17 р. № 2019-VIII «Про ринок електричної енергії» виникла необхідність перегляду методів визначення втрат електроенергії та вдосконалення засобів їх зменшення.

В першу чергу – це необхідність адаптації до вимог балансуючого ринку електроенергії за двосторонніми договорами, а також інтенсивний розвиток Smart Grid технологій [35].

В даний час в світі активно розробляються, проходять випробування і впроваджуються окремі технології «розумних мереж».

Європа, США, Китай і інші країни вкладають мільярди доларів і євро в розвиток інтелектуальної енергетики, позначаючи в якості орієнтира скорочення викидів вуглекислого газу, підвищення надійності енергопостачання, появу нових високотехнологічних виробництв і робочих місць [36].

Сучасні автоматизовані системи обліку електроенергії – Smart Metering є одною із складових Smart Grid. У більшості країн із розвиненою ринковою економікою проблеми підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів і регулювання енергонавантаження реалізуються шляхом упровадження автоматизованих систем управління енергоспоживанням [37].

У світовій практиці подібні системи мають позначення «AMR systems» та більш досконалі системи – АММ і АМІ, що дають змогу управляти режимом енергоспоживання. Ці системи об'єднують діяльність учасників ринку електроенергії з виробниками сучасного електрозбутового устаткування, законодавцями та регуляторами оптимізації діяльності як на ринках електроенергії, так і в електроенергетичній та житлово-комунальній, транспортній та інших галузях кожної країни. Зазначені системи встановлено в електромережах

більшості європейських країн і за межами Європи – у Єгипті, Африці, Австралії, Новій Зеландії, на Близькому й Далекому Сході та в ряді країн, що розвиваються.

Пристрої систем обліку Smart Metering містять у собі ряд різних технологій, таких як зчитування, нагромадження і запам'ятовування інформації в режимі реального часу та оповіщення про втрати енергії і моніторинг якості комунальних послуг. Відмінною рисою «інтелектуальності» є наявність мікроконтролерів з незалежним живленням протягом 5–10 років і радіоканалів комунікацій на передавання та приймання інформації.

Основна ціль модернізації у всіх країн загальна: комунальні підприємства прагнуть до скорочення операційних витрат в боротьбі за прибутковість і роблять ставку на підвищення ефективності роботи за рахунок сучасних технологій.

Досягнення цих цілей планується за рахунок наступних характеристик системи обліку енергоресурсів, побудованої на базі технології Smart Metering:

- інтервальний облік потужності (30 ... 60 хв з можливістю установки довільного періоду інтеграції потужності);
- відстеження перевищення лімітів навантаження споживачів;
- вимірювання параметрів якості електроенергії (значення напруги, частота, тривалість провалу напруги, глибина провалу напруги, тривалість перенапруги);
- активне використання зв'язку з приладами обліку по силовій лінії (ПЛК);
- мінімальний період опитування приладів обліку (загально будинкових, підприємств) - 15 хв;
- віддалене (централізоване) управління приладами обліку, зокрема, обмеження / відключення;
- надання даних користувачеві через Web-інтерфейс (включаючи перегляд даних через мобільні пристрої) [25].

Але концепція Smart Grid фокусується не на модернізації окремих технологій і обладнання, а на перегляд принципів розвитку і створення нового, інноваційного за характером технологічного базису електроенергетики.

У США і Європейському союзі рішення цих проблем передбачається шляхом створення якогось нормативного поля, який формується у вигляді широкої системи стандартів вимог до функцій, елементів, пристроїв, системі взаємодій і т. д. В рамках цих нормативних актів розробникам і виробникам надані право і можливість створення пропозиції, а користувачам (енергетичним компаніям і споживачам) - право формування «своїї» Smart Grid, як вони її для себе бачать.

В США, були сформовані п'ять груп базових технологічних областей, які потребують інноваційного розвитку:

- вимірювальні прилади і пристрої, що включають в першу чергу smart-лічильники і smart-датчики;
- вдосконалені методи управління: розподілені інтелектуальні системи управління і аналітичні інструменти для підтримки комунікацій на рівні об'єктів енергосистеми, що працюють в режимі реального часу, що дозволяють реалізувати нові алгоритми і методики управління енергосистемою, включаючи управління її активними елементами;
- вдосконалені технології і компоненти електричної мережі: гнучкі системи передачі на змінному струмі FACTS (Flexible Alternative Current Transmission Systems, англ.), передачі постійного струму, надпровідні кабелі, мікромережі (microgrids, англ.), напівпровідникова силова електроніка, накопичувачі електричної енергії та ін.;
- вдосконалені інтерфейси і методи підтримки прийняття рішень - технології і інструменти, що забезпечують перетворення даних, які отримані від різних об'єктів енергосистеми, в інформацію для прийняття рішень інтелектуальними агентами;
- інтегровані комунікації, які дозволяють елементам перших чотирьох груп забезпечувати взаємозв'язок і взаємодію один з одним, що і являє, по суті, Smart Grid як технологічну систему [38].

На оснащення інтелектуальними приладами обліку спожитої електроенергії в зарубіжній концепції Smart Grid частка інвестицій становить до 40% від загальної суми інвестування.

За оцінюванням експертів, світові капітальні витрати комунальних організацій на придбання та установлення інтелектуальних систем вимірювань електроенергії у 2015 р. зростуть до 8,3 млрд дол. США.

Для учасників ринку електричної енергії використання інтелектуальних систем обліку представляє великий інтерес. Зокрема: мережевим компаніям вони допомагають оптимізувати графіки навантаження, знижувати технологічні та нетехнологічні (комерційні) втрати, зводити більш точний енергобаланс, протидіяти спотворенню показань обсягу споживання електроенергії і спробам безоблікового її споживання, підвищувати рівень контролю і захисту від розкрадань тощо; енергозбутовим компаніям – забезпечувати автоматизований збір даних, вирішувати питання обмеження потужності в разі заборгованості, виконувати віддалене відключення абонентів. Сучасні системи обліку дозволяють планувати закупівлю на оптовому ринку і стимулювати електронні форми розрахунків, сприяти підвищенню платіжної дисципліни. Підприємства житлово-комунального комплексу мають можливість отримувати доступ до віддаленого автоматизованого зчитування даних про споживання, що дозволяє виконувати детальні розрахунки за спожиту електроенергію та поліпшувати точність фінансово-економічного планування. Споживачам – істотно скорочувати витрати на оплату електроенергії, здійснювати контроль якості електроенергії, регулювати процеси економії енергоресурсів, знижувати витрати на оплату спожитої електричної енергії за рахунок застосування диференційованих тарифів, самостійно оцінювати і регулювати енергоспоживання тощо.

3.2 Дорожня карта розгортання Smart Metering Systems в Україні для найбільш повного забезпечення потреб ОСР, електропостачальників та споживачів

Як відомо, створення систем Smart Metering передбачає формування декількох рівнів (верхнього, середнього і нижнього). Нижній рівень включає в себе встановлення на стороні споживача інтелектуальних приладів обліку, середній – обмін даними між верхнім і нижнім рівнями системи, верхній – комплексне управління інфраструктурою (збір, збереження та оброблення даних результатів вимірювань тощо).

Принцип використання інтелектуальних лічильників у системі Smart Metering не обмежується лише моніторингом обсягу споживаної енергії. Інтелектуальні прилади обліку – це повністю цифрові пристрої, які працюють під управлінням окремого мікропроцесора. Основу такого приладу побудовано на потужній і енергоефективній інтегральній мікросхемі.

Разом з тим інтелектуальні лічильники можна підключати до комп'ютерних мереж із спеціальним програмним забезпеченням (ПЗ), що дозволяє здійснювати віддалене налаштування пристрою в кожному конкретному випадку. Таке ПЗ дає можливість установлювати різні тарифні зони – не лише для певного часу доби, а й, наприклад, для кожного дня тижня, а також використовувати різні кредитні схеми передоплати з автоматичним повідомленням про недостатню суму на рахунку, попередження та відключення від мережі за неуплату тощо.

У лічильниках нового покоління використовуються різні засоби комунікації з центром управління. Для зв'язку застосовуються різні способи обміну інформацією (WiMAX, Wi-Fi і GPRS) тощо. Наприклад, передавання даних можна здійснювати по IP-протоколу через електричну лінію з використанням спеціальних концентраторів (PLC).

Для України, де регулювання Smart Metering Systems та технологія вимірювання менше розроблені та визначені, дорожні карти для інноваційних

Smart Metering Systems були створені для просування розвитку Smart Metering Systems та супутніх послуг.

Шаблон дорожньої карти для Smart Metering Systems підготовлюється у першу чергу та є універсальним і гнучким, тому що він не орієнтований на країну і може бути використаний на всіх етапах розвитку Smart Metering Systems. По-перше, це дозволяє формулювати довгостроковий характер бачення розвитку Smart Metering Systems, а потім надає вказівки щодо того, як слід реалізувати план з досить сильним зворотним зв'язком для виправлення та змінити заплановані заходи відповідно до зміни оточення, наприклад політична підтримка, законодавство, зміни в регулюванні або технологічний прогрес.

Основні завдання при підготовці дорожніх карт такі:

- Створити цілісний і чіткий плановий документ, щоб зробити його ефективним, здійсненим організаційно та технічно і економічно вигідним.
- На основі існуючих знань та досвіду роботи Smart Metering Systems у провідних країнах активізувати та прискорювати подібні процеси в Україні, щоб уникнути помилок, які впливають з недостатньої координації між різними діями, вчиненими зацікавленими сторонами.
- Донести дорожню карту до існуючих організацій та мереж основних зацікавлених сторін, активне залучення їх до співпраці з Smart Metering Systems та забезпечення чіткого бачення розвитку, демонстрація найкращих рішень та відкриття переваги злагоджених дій.

Відповідно до концепції Smart Grid в числі пріоритетних напрямків розвитку ІТ в енергетиці на найближчі роки можна виділити:

1. Широке впровадження на нових і модернізованих точках вимірювання інтелектуальних вимірювальних приладів системи Smart Metering – «розумних» лічильників з функцією дистанційного керування профілем навантаження вимірюваної лінії і вимірювальних перетворювачів зі стандартними комунікаційними інтерфейсами і протоколами (в тому числі бездротовими), які відповідають стандартам інформаційної безпеки.

2. Установка на кожному великому об'єкті, приєднаному до електромережі (житловому районі, офісному центрі, виробничому підприємстві і т. д.), удосконалених автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем (AIBC), що працюють в режимі реального часу. AIBC повинні здійснювати моніторинг об'єктових процесів (наприклад, електро- або теплопостачання, включаючи параметри якості енергії), виконувати прості алгоритми автоматичного регулювання та мати розвинені засоби інформаційного обміну з зовнішнім світом.

3. Створення широкої мережі інтегрованих комунікацій на базі різноманітних ліній зв'язку - Волоконно-оптичної системі передачі (ВОЛП), супутникових, GPRS, ВЧ-зв'язку по ЛЕП та ін.

Кожна AIBC повинна бути підключена як мінімум по двох незалежних каналах зв'язку.

4. Впровадження в енергокомпаніях автоматизованих систем (АС) управління виробничою діяльністю. Оскільки всі енергопідприємства відносяться до виробництв з безперервним циклом, можна виділити чотири види таких систем: АС управління технічним обслуговуванням і ремонтами; АС роботи на ринках (комерційної диспетчеризації); АС обслуговування клієнтів; АС управління ос-новним виробництвом - генерацією, передачею, розподілом, збутом (урахуванням споживання) або диспетчеризацією.

5. Створення інтегрованих інтерфейсів до AIBC і АС управління виробничою діяльністю для автоматичного обміну даними з АС інших учасників ринку. При цьому повинні бути визначені протоколи обміну і стандарти інформаційної безпеки для всіх категорій учасників ринку [3].

Підвищення енергоефективності вимагає прискорення розвитку процесів автоматизації обліку споживання електроенергії з перспективою повного вилучення ручного знімання показань лічильників.

Заміна систем автоматичного зчитування показань вимірювального приладу (AMR) на удосконалену інфраструктуру вимірів АМІ (системи, які здатні збирати та аналізувати дані вимірів) дозволить розширити функціональні можливості

системи за допомогою використання загальних апаратних засобів і єдиної архітектури програмного забезпечення, здатних збирати дані і передавати їх іншим системам. Зазначена технологія може також використовуватися для пересилання інформації через мережу у зворотному напрямку, для ініціювання збору додаткових даних, контролю стану електроустаткування.

3.3 Принципи застосування Smart Metering Systems для формування інформаційного забезпечення завдань розрахунків в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії України

Завдання інтелектуальних мереж і технологічні вимоги до них істотно розрізняються при передаванні і розподіленні електроенергії.

У передавальних мережах вже сьогодні існує задовільна комунікаційна інфраструктура, найчастіше вона знаходиться у власності компаній, що експлуатують мережі. Тут головне завдання - посилення мереж, щоб без ризиків транспортувати нові потужності від електростанцій до центрів навантаження.

Результати досліджень підтверджують, що інтелектуальні лічильники електроенергії отримали широке визнання в якості важливого інструменту для розвитку Smart Grid.

В Україні ж збір інформації про споживання і стан мережі відбувається з великими затримками, не кажучи вже про можливість віддаленого управління. На даний час свідчення збираються і передаються працівниками енергозбутових компаній. Тому необхідно зменшити обсяг інвестицій в утримання зайвої інфраструктури та запропонувати нічний тариф з істотно більш дешевою енергією. Маючи багатотарифний розумний лічильник, люди зможуть скористатися цією пропозицією. Розподіл навантаження в мережі протягом доби дозволить обленерго задовольняти потреби клієнтів без розширення і оновлення інфраструктури, обслуговування якої коштує величезних грошей. Розумне управління дозволить Україні позбутися від вимушених відключень електроенергії. Адже ресурс кожної підстанції відомий. Фахівці зможуть

прогнозувати навантаження на неї. Маючи на руках поточні дані з лічильників, можна передбачити, що через годину при різкому збільшенні споживання підстанція відмовить. Цього можна буде легко уникнути, відключивши на час частину другорядних об'єктів. Варто зазначити, що важливим фактор є те, що несанкціоноване проникнення можна легко визначити і віддалено відключати порушників. Точний облік електроенергії дозволяє позбавлятися від її перевиробництва. У розвинених країнах прогнозування споживання в мережі на наступний день відбувається з точністю близько 98%. Якщо вдасться досягти 99%, то вартість електрики впаде вдвічі. Невизначеності роз-рахунками поки додає альтернативна енергетика.

Членство України в Енергетичному Співтоваристві вимагає приведення енергетичної системи України в повну відповідність до загальновстановлених стандартів безпечного та ефективного функціонування систем транспортування та постачання електроенергії, автоматизації режимно-диспетчерського управління, впровадження сучасних систем протиаварійної автоматики і захисту, систем обліку та управління енергоспоживанням, розвитку систем моніторингу технологічних і природно-кліматичних процесів та активного впровадження напрямів Європейської Концепції «інтелектуальної» електроенергетичної системи.

Із урахуванням зазначеного потребують уваги розроблення та реалізація в електроенергетиці України ключових напрямів розвитку систем «інтелектуальних» електромереж (ІЕМ) електроенергетичної галузі від магістральних електромереж і до рівня споживача, які мають здійснюватися шляхом удосконалення традиційних і створення принципово нових характеристик енергосистеми. Поступовий перехід ОРЕ України від моделі ринку «єдиного покупця» до ринку двосто-ронніх договорів і балансуючого ринку (РДДБР) вимагає створення повноцінного балансуючого механізму, спроможного забезпечити ефективне управління режимами генерації й споживання електроенергії в реальному часі. Запровадження РДДБР відкриває споживачам

широкі можливості щодо ефективного використання електроенергії та отримання при цьому максимальної економії під час розрахунків за спожиту електроенергію за умови адаптивного управління режимами електроспоживання та активної участі споживача в оптимізації електричного навантаження енергосистеми [40, с.58].

На шляху до розвитку технологій розумних мереж в передавальних мережах необхідний розумний менеджмент дефіциту, щоб уникати перевантажень ліній. Необхідно здійснити кардинальні зміни в техніці захисту і автоматики мереж.

Адаптивний захист передбачає, що уставки узгоджуються зі станом мережі, щоб поліпшити селективність і разом з тим уникнути помилкових спрацьовувань.

На зміну морально застарілим приладам обліку в світі приходить «інтелектуальна» система обліку енергоресурсів Smart Metering (розумні вимірювання - англ.), здатна на якісно новому рівні надійності забезпечити:

- вимір енергетичних ресурсів;
- управління та контроль за їх постачанням, транспортуванням і споживанням;
- автоматизовану передачу, обробку та надання інформації про споживання ресурсів;
- формування ситуаційних баз даних про енергоспоживання з елементами інформаційної підтримки задач управління споживанням енергоресурсів і ряд інших завдань.

В Україні Smart Metering реалізується як АСКОЕ (автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії). В ході реалізації концепції впровадження технологій Smart Grid і її складової Smart Metering на часі необхідно створити автоматизовану інформацій-новимірювальну систему обліку електроенергії. Вона буде складатися з приладів обліку електроенергії, встановлених на межі балансової належності з дрібномоторними і побутовими споживачами в приватному секторі і багатоквартирних житлових будинках (при необхідності - на

об'єктах споживача), пристроїв збору даних, що встановлюються на трансформаторних підстанціях, а також центру збору та обробки даних. Це забезпечить прозорість і оперативність фіксації споживання, передачі даних про споживання в білінгові системи, моніторингу стану засобів обліку, формування балансів розподілу і споживання електроенергії по ділянках мережі в реальному часі, а також можливість віддаленого обмеження споживачів у відповідності з заявками енергозбутової компанії.

Розповсюдження використання індивідуальних приладів обліку (розумних і звичайних індукційних), використання нових каналів комунікації - через пошту, SMS, Інтернет набагато збільшує кількість інформації, що надходить про енергоспоживання. Індустріальний сектор також застосовує все більш системи АСКОЕ з метою поліпшити контроль над енерговитратами.

Таким чином, створюються необхідні передумови для переходу до Smart Metering - першому і дуже важливого кроку на шляху до розумних мереж.

Але енергетичні і виробничі та торгівельні компанії не підготовлені на даний час до такої кількості збільшеної інформації. Тому не завжди в змозі впоратися з нею, перш за все, через недостатню розвиненість своєї інфраструктури - програмної і апаратної. Фактично енергокомпаніям потрібно змінити уявлення про свою ІТ-інфраструктуру і, в першу чергу, про комплекс існуючих протоколів. Їм потрібні нові протоколи для роботи з енергоданими, управління споживачами і мережами [40].

Основні ознаки інтелектуальних приладів обліку.

додаткові функціональні можливості:

- вимірювання часових профілів споживання енергії і потужності за короткі періоди, визначення часу, дати та тривалості провалів в енергопостачанні і відсутності напруги живлення;
- можливість зберігання такої інформації і порівняння параметрів споживання енергії і потужності в реальному часі з ретроспективними, а в ряді систем і з профілями споживання енергії аналогічних споживачів (бенчмаркінг);

- наявність самодіагностики і захисту від розкрадання енергії (включаючи відключення споживача) за рахунок фіксації моментів розтину кожуха, кришки клемної колодки, впливів сильного магнітного поля та інших впливів як на лічильник, його інформаційні входи і виходи, так і на саму мережу;

- наявність функцій дистанційної передачі інформації про показання приладів обліку, а також дистанційного керування навантаженням і подачі команд на включення і відключення приладів;

- можливість забезпечення необхідною інформацією введення нових продуктів енергопостачальних організацій, послуг і тарифних схем;

- інтеграція вимірювань та обліку всіх енергоресурсів на рівні будівлі для вироблення стратегії мінімізації витрат на оплату енергоресурсів. У цю стратегію залучаються окремі споживачі, енергопостачальні та мережеві компанії [41].

Впровадження систем Smart Grid технологій вимагає більш високого рівня функціональних можливостей вимірювальної системи і перетворення системи AMR в «інтелектуальну» вимірювальну систему AMI (Smart Metering), яка забезпечує:

- зацікавленість і включення споживача у вдосконалення технології систем Smart Grid за допомогою стійкого зв'язку між споживачами формування стимулюючих цінових сигналів постачальниками, залучення їх до активної участі в управлінні електронавантаження, що сприятиме формуванню рівномірності добового навантаження в ОЕС;

- можливість більш швидкої і точної діагностики і електромережами;

- моніторинг результатів генерації, розподілу і споживання електроенергії, включаючи результати управління режимами за допомогою AMI технологій;

- можливість переходу до формування прийнятних ринкових цін за допомогою та оперативності надання інформації під час ліквідації аварійних відключень устаткування і систем управління, що сприятиме підвищенню надійності енергозабезпечення.

Вимірювальні системи АМІ повинні бути обладнаними функціями моніторингу якості електроенергії, прийнятними для подальшої швидкої індикації, діагностики і рішення проблем її забезпечення.

3.4 Принципи застосування Smart Metering Systems для комплексного енергомоніторингу в умовах функціонування лібералізованого ринку електричної енергії

Мета створення Smart Metering загалом переслідує такі ключові завдання:

- підвищення надійності електропостачання та безвідмовності роботи системи (слід сказати, що початок розвитку концепції Smart Metering в США поклав ряд великих системних аварій на території країни);
- підвищення енергетичної ефективності;
- збереження навколишнього середовища.

Виходячи із зазначеної мети, а також маючи на увазі огляди і аналізи розвитку концепції Smart Metering у світі, можна виділити такі ключові сегменти, на яких значною мірою позначиться розвиток технологій Smart Metering:

- облік енергоресурсів;
- автоматизація розподільних мереж;
- управління та моніторинг стану електротехнічного обладнання;
- автоматизація магістральних електричних мереж та вузлових підстанцій і регулювання перетоків;
- електричні мережі й установки споживачів;
- розвиток розподіленої генерації на основі нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії.

Для зазначених сегментів можна виділити такі технології, які розуміються сьогодні під терміном Smart Metering для різних сегментів:

- системи автоматизованого обліку та інформаційні системи споживачів;
- інфраструктура систем зв'язку для енергооб'єктів;
- системи моніторингу стану управління електротехнічним устаткуванням;
- системи автоматизації для підвищення надійності і безвідмовності електропостачання;
- системи, що забезпечують інтеграцію джерел електроенергії малої потужності і накопичувачів;

- системи управління даними;
- системи управління оперативним обслуговуванням мереж.

Об'єднані в єдину платформу, ці технології дозволяють по-новому підходити до побудови електричних мереж, переходячи від жорсткої структури «генерація – мережі – споживач» до більш гнучкої, в якій кожен вузол мережі може бути активним елементом. При цьому інтелектуальна мережа в автоматичному режимі проводить переконфігурацію вузла при зміні умов.

Інтелектуальна інфраструктура Smart Metering передбачає надання послуг, формування ринку інтегрованих розподілених енергетичних ресурсів і програм управління.

Основними компонентами Smart Metering є:

- інтелектуальна вимірювальна система;
- автоматизований розподіл електричної енергії, контроль і управління електроспоживанням;
- автоматизація підстанцій і розподільчих мереж;
- управління активами підприємства.

Smart Metering працює через систему спеціальних «розумних» лічильників, встановлених на підприємствах і в житлових приміщеннях.

Вони інформують про рівень споживання енергії, що дозволяє коригувати використання електрообладнання в часі і оптимально управляти електроспоживанням.

Принцип оптимального споживання електроенергії пов'язаний в першу чергу з диференційними тарифами та можливістю її генерації з поновлюваних джерел чи використання накопичувача.

Втім, переконання користувачів перейти до оптимального споживання енергії може увійти в конфлікт з їх комфортом. Це означає, що принципи оптимального споживання електроенергії повинні бути реалізовані автоматично.

Алгоритми керування побутовою технікою переберуть на себе «розумні» лічильники - «Smart Meter». «Smart Meter» повинні стати елементом, що поєднує

інтелектуальні мережі. Саме його завданням стане управління електроспоживанням.

Особливо це важливо з огляду на зростання частки поновлюваної електроенергії у загальному обсягу її споживання і стохастичний характер її надходження.

Принцип використання інтелектуальних лічильників у системі Smart Metering не обмежується лише моніторингом обсягу споживаної енергії. Інтелектуальні прилади обліку – це повністю цифрові пристрої, які працюють під управлінням окремого мікропроцесора. Основу такого приладу побудовано на потужній і енергоефективній інтегральній мікросхемі.

Це є завданням Smart Metering для побутового електроспоживання. Мікропроцесорні лічильники електроенергії з'явилися на ринку вже давно і є одним з базових елементів в концепції Smart Metering. Багатотарифні мікропроцесорні лічильники, здатні виконувати розрахунки, зв'язуватися з іншими аналогічними лічильниками, накопичувати інформацію і передавати її у мережу збору даних практично застосовуються у електроенергетиці вже давно. Сучасні лічильники електричної енергії, засоби передачі даних і управління, що дозволяють передавати результати вимірювань та інтелектуалізувати управління в режимі реального часу, стають стандартними елементами архітектури Smart Metering

Впровадження Smart Metering технологій вимагає більш високого рівня функціональних можливостей вимірювальної системи і трансформацію її і інтелектуальну вимірювальну систему для:

- заохочення споживачів до вдосконалення технології Smart Metering на основі моніторингу генерації, розподілу і споживання електричної енергії, включаючи результати управління режимами за допомогою вимірювальних систем;
- можливості формування гнучкої тарифної політики, формування рівномірності добового навантаження в об'єднаній енергосистемі;

- можливості швидкої і точної діагностики шляхом оперативного надання інформації під час ліквідації аварійних відключень обладнання і систем управління, локалізації помилок;
- підвищення надійності, швидкодії і функціональної можливості операційного обладнання і програмних додатків шляхом впровадження різних комунікаційної інфраструктури розподілу і постачання електричної енергії;
- забезпечення уточнених і своєчасних даних для управління активами і експлуатаційними витратами енергопідприємств.

Подальший розвиток інтелектуальних засобів обліку електроенергії створить передумови для запровадження динамічних тарифів, тому ці досягнення повністю відповідають концепції Smart Metering.

Висновки до розділу 3

Для подальшого розвитку Smart Metering, як складової частини Smart Grid, необхідно розробити пропозиції щодо внесення змін в нормативно-правові акти, стандартизації фінансування Smart Metering для подальшого тиражування по всій країні.

Шаблон дорожньої карти для Smart Metering Systems підготовлюється у першу чергу та є універсальним і гнучким, тому що він не орієнтований на країну і може бути використаний на всіх етапах розвитку Smart Metering Systems. По-перше, це дозволяє формулювати довгостроковий характер бачення розвитку Smart Metering Systems, а потім надає вказівки щодо того, як слід реалізувати план з досить сильним зворотним зв'язком для виправлення та змінити заплановані заходи відповідно до зміни оточення, наприклад політична підтримка, законодавство, зміни в регулюванні або технологічний прогрес.

Для підтримки реалізації програм інтелектуального обліку енергоресурсів необхідно: організувати роботу по збору, аналізу та тиражування вже наявного закордонного і вітчизняного досвіду розгортання і експлуатації інтелектуального обліку.

В рамках цієї роботи важливо виявити вартість проектів і джерела їх фінансування, а також ефекти від їх реалізації; підходи до створення телекомунікаційної інфраструктури та ІТ- систем, системні проблеми взаємодії суб'єктів ринку інтелектуального об-ліку та кібербезпеки системи.

Принцип використання інтелектуальних лічильників у системі Smart Metering не обмежується лише моніторингом обсягу споживаної енергії. Інтелектуальні прилади обліку – це повністю цифрові пристрої, які працюють під управлінням окремого мікропроцесора. Основу такого приладу побудовано на потужній і енергоефективній інтегральній мікросхемі.

4 МОДЕЛЬ SMART METERING ДЛЯ ЛІБЕРАЛІЗОВАНОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ

4.1 Опис ідеї проекту

Ідея проекту полягає у вдосконаленні комунікацій між споживачем та електропостачальною компанією за допомогою Smart Metering System.

Розвиток і реформування побутової сфери є одним з важливих напрямів соціально-економічних перетворень в Україні. На теперішній час головною метою реформування побутового господарства є модернізація галузі, зокрема через вдосконаленні комунікацій між споживачем та енергопостачальною компанією.

Основною проблемою галузі є:

- дуже низький рівень керування галуззю;
- недостовірність пакету даних щодо погодинного споживання електричної енергії;
- неможливість правильного планування обсягів;
- несвоєчасність платежів за ресурси та послуги.

Це забезпечує постійне зростання тарифу та неточність його розрахунку.

Без рішення цих завдань неможливо виконання програми удосконалення комунікацій між споживачем та енергопостачальною компанією.

Дані про споживання електричної енергії можуть автоматично надходити на сервер збору даних, або зчитуватися з лічильника вручну, за допомогою ноутбука і спеціального програмного забезпечення, а потім завантажуватися на сервер для подальших розрахунків і аналітики. До основних недоліків ручного опитування відноситься [42]:

1. Унікальність електролічильників різних виробників; вважати дані неможливо без спеціалізованого ПЗ для конкретного типу приладу обліку;
2. Виникають труднощі з навчанням персоналу роботі з програмним забезпеченням;

3. Для виїзду персоналу необхідно мати при собі ноутбук з встановленим і налаштованим ПО.

Для вирішення перерахованих вище недоліків було розроблено програмне забезпечення «Smart Meter Communication» для мобільних пристроїв на платформі Windows Mobile (рис.4.1).



Рисунок 4.1 - Структура програмного забезпечення

Опис ідеї стартап-проекту, що розкриває повноцінне уявлення про зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких буде проводитись пошук потенційних клієнтів вказаний у таблиці 4.1 [43].

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Вдосконаленні комунікацій між споживачем та енергопостачальною компанією за допомогою Smart Metering System	1. Достовірне вимір енергоресурсів 2. Автоматизована і оперативна обробка, передача та подання інформації про фактичне споживання енергоресурсів 3. Здійснення контролю режиму споживання 4. Зведення балансу за групами лічильників з метою виявлення безоблікового споживання і фактів впливу на лічильники 5. Визначення фактичних втрат в мережах	контроль якості електроенергії, Інтернет-кабінет, економія енергоресурсів, зниження витрат за рахунок диференційованих тарифів, можливість.

Продовження таблиці 4.1

	6. Оцінка ефективності енергозберігаючих заходів та технологій 7. Управління потоками потужності 8. Обмеження і відключення енергоспоживання	самостійно оцінювати і регулювати енергоспоживання.
--	--	---

Smart лічильники здатні на більше крім простого ведення обліку:

- є важливим датчиком в мережі низької напруги
- збирають статистику стану мережі, дозволяючи операторам краще

передбачити проблеми і приймати швидкі і точні рішення по управлінню «на передовій» організації на їх основі додатків оптимізації енергосистеми для створення більш активної і самовідновлювальні мережі.

«Розумні» лічильники інтегровані в єдину платформу управління енергоспоживанням, робота якої дозволяє скоротити споживання, зменшити кількість відключень, знизити негативний вплив на навколишнє середовище.

Системи Smart Metering є базовою ланкою у вирішенні завдань підвищення енергоефективності та енергозбереження.

У таблиці 4.2 проведено порівняння існуючих засобів обліку та запропонованої моделі для удосконалення комунікацій між споживачем електроенергії та енергопостачальними компаніями. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що в даний момент модель обліку є конкурентоспроможною. Але, як відомо, технології постійно розвиваються, тому, ймовірно, через деякий час у даної моделі на ринку електроенергії з'являться конкуренти.

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Техніко економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			(слабка сторона)	(нейтральна сторона)	(сильна сторона)
		SMC	SM-5 (R&B Instrument Inc.)	ARM Cortex-M3 (Texas Instruments)			
1	Можливість гнучкого конфігурування ПЗ для різних груп замовників (мережеві, збутові компанії, ЖКГ та інші);	+	+	+			+
2	Підтримка обладнання як зарубіжних, так і російських виробників;	+	-	+			+
3	Дистанційне зчитування показань приладів обліку;	+	+	+		+	
4	Дистанційне управління навантаженням споживача;	+	+	+		+	
5	Реєстрація подій приладів обліку, фактів несанкціонованого доступу;	+	+	-			
6	Дистанційне параметрування приладів обліку і УСПД;	+	+	+			
7	Контроль параметрів енергомережі і показників якості електроенергії;	+	+	-			+
8	Комплексний моніторинг інфраструктури, включаючи вимірювальне і серверне обладнання;	+	-	-			+
9	Підтримка більшість відомих СУБД;	+	+	+	-		
10	Можливість роботи з системою через веб-браузер;	+	-	-		+	
11	Особовий кабінет абонента, доступний через веб-браузер і з мобільних пристроїв.	+	-	-			+

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології, за допомогою якої можливо реалізувати ідею проекту (технології створення товару).

Так як нововведення були запропоновані на верхньому рівні організації Smart Metering, тому розглянемо структуру ПЗ (Рис.4.2).



Рисунок 4.2 - Структура Smart Metering на верхньому рівні

Визначення технології здійснення ідеї проекту передбачає аналіз складових, що зображені у таблиці 4.3.

В результаті аналізу інструментальних засобів, призначених для реалізації програмного забезпечення для вдосконалення обліку електроенергії, було прийнято рішення використовувати багатоплатформовий інструментарій на мові програмування C++ - Qt. Вибір обумовлений орієнтованістю даного фреймворка на швидку розробку графічних інтерфейсів, стабільністю, простотою освоєння і написання коду.

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Вибір мови програмування	C++	Наявна	Доступна
2	Вибір багатоплатформового інструментарію	Qt	Наявна	Доступна
3	Використання бази даних	Microsoft SQL Server Compact 3.5	Наявна	Доступна
4	Модульний принцип розробки	усі функції роботи з конкретною моделлю лічильника винесені в окрему бібліотеку динамічної компоновки	Наявна	Доступна
5	Автоматичне збереження	дані зберігаються у загальній базі	Наявна	Доступна
6	Автоматична синхронізація часу	після зняття даних, в залежності від часу, відбувається автоматична (<30 сек) чи ручна (>30 сек) синхронізація	Наявна	Доступна
7	Автоматична передача	через GPRS дані автоматично передаються в енергозбутову організацію	Наявна	Доступна

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Аналіз ринкової можливостей (див. табл. 4.4) призначений для проведення комплексної оцінки програмного забезпечення, що включає аналіз сильних і слабких сторін програмного забезпечення, а також можливостей і загроз для розвитку (Табл.4.5). В основі даного процесу покладено процедури SWOT-аналізу (Табл. 4.6).

В якості вхідних даних використовуються звіти про конкурентоспроможність і сегментацію. Вихідними документами процесу є звіт про аналіз ринкової ситуації.

Даний процес складається з наступних робіт:

- визначення сильних і слабких сторін програмного забезпечення;
- визначення та аналіз можливостей;
- визначення та аналіз загроз;
- комплексна оцінка.

Таблиця 4.4 – Фактори можливостей

№	Фактори	Зміст можливості
1	Великий обсяг продажів	Збільшення прибутку
2	Наявність роздрібної торгівлі	Збільшення кількості сегментів покупців

-

Таблиця 4.5 – Фактори загроз

№	Фактори	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Велика кількість аналогічних продуктів	Зменшення доходу, зниження обсягу продажів	Рекламні акції, проведення цінової політики, спрямованої на встановлення потрібної ціни
2	Недосконалість податкового законодавства	Зростання ціни на товари, зниження обсягів продажу	Збільшення ціни чи зменшення прибутку за рахунок зниження націнки на товар
3	Високий рівень інфляції	Зростання цін на товари, зниження обсягів продажу, банкрутство	Створення накопичень, які мало піддаються впливу інфляції

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу - матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities), SWOT-аналіз

продемонстрований у таблиці 4.3.3. Даний аналіз допоможе зрозуміти переваги продукту та створити стратегії розвитку.

Таблиця 4.6 – SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
<ul style="list-style-type: none"> - постійна онлайн підтримка програмного забезпечення; - постійне інформування користувача; - наразі проект не має конкурентів аналогів; - зручність установки та експлуатації; - автоматичне управління та моніторинг стану електроспоживання за допомогою смартфона; 	<ul style="list-style-type: none"> - вимагає постійного доступу до інтернету (якщо не інтегрований в систему будинку); - мала популярність серед людей похилого віку. - загрози нестабільної роботи із-за новизни
Можливості:	Загрози:
<ul style="list-style-type: none"> Велика кількість аналогічних продуктів Недосконалість податкового законодавства Високий рівень інфляції 	<ul style="list-style-type: none"> Великий обсяг продажів Наявність роздрібною торгівлі

Таким чином, виходячи з проведеного SWOT-аналізу, необхідно працювати над зниженням впливу зовнішніх загроз і використанням сприятливих можливостей ринку. Використовуючи цю таблицю необхідно враховувати, що можливості і загрози можуть переходити в свою протилежність:

— невикористана зовнішня можливість може стати зовнішньою загрозою, якщо її використовує конкурент;

— відвернена зовнішня загроза може створити для проекту додаткову сильну сторону, якщо конкуренти не усунули цю ж загрозу.

4.4 Розроблення ринкової стратегії просування проекту

Основною метою стратегії просування є забезпечення споживачів повноцінною інформацією для прийняття рішення про покупку конкретного товару. Для цього необхідно визначити, яку саме інформацію необхідно надати споживачам, які методи та інструменти необхідно використати для цього, в який момент необхідно надати цю інформацію, через які канали. Для цього компанії досліджують споживачів і формують модель прийняття рішення про покупку.

Виходячи із значної неоднорідності споживачів електроенергії, специфіки процесу енергоспоживання, складності економічних взаємовідносин між споживачами сегментування ринку доцільно здійснювати на принципах:

- 1) диференційованого підходу до споживачів;
- 2) гнучкості цінової політики [44].

Платформою для ефективного впровадження цих принципів є сегментування ринку електроенергії – складний, однак вкрай необхідний процес для підвищення ефективності взаємодії всіх членів ринку: об'єднаної енергосистеми України, енергопостачальних компаній і споживачів.

Оскільки програмне забезпечення розроблено практично для всіх лічильників, якими користуються як звичайні споживачі електроенергії, так і підприємства для просування обирається стратегія масового маркетингу.

В даному випадку передбачається досягнення конкурентних переваг по витратах. Використовуючи цю стратегію, фірма орієнтується на широке коло клієнтів, її увагу і зусилля зосереджені не на тому, чим відрізняються потреби окремих груп споживачів (сегментів ринку), а на тому, що в цих потребах спільного (Табл. 4.7).

Таблиця 4.7 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота в сегменті
1	Промислові та прирівняні до них споживачі з приєднаною потужністю вище 750 кВт	Повна готовність	Високий	Висока	Складно
2	Промислові та прирівняні до них споживачі з приєднаною потужністю до 750 кВт	Повна готовність	Високий	Висока	Складно
3	Електрифікований залізничний транспорт	Часткова готовність	Середній	Слабка	Складно
4	Електрифікований міський транспорт	Часткова готовність	Середній	Слабка	Складно
5	Непромислові споживачі	Часткова готовність	Середній	Висока	Просто
6	Сільськогосподарські споживачі	Часткова готовність	Середній	Висока	Просто
7	Населення	Часткова готовність	Середній	Висока	Просто
8	Населені пункти	Часткова готовність	Середній	Висока	Просто
9	Власні виробничі потреби енергооб'єднань	Повна готовність	Високий	Помірна	Просто

4.5 Розроблення маркетингової політики стартап-проекту

У зв'язку з виходом на ринок нового продукту ключове завдання - досягти максимальної лояльності до продукту і бренду. Ініціаторам проекту, перш за все, потрібно чітко і ясно донести до користувача і організації функцію бренду і його позиціонування [46, с.115].

Функції бренду:

Гарантія – впевненість в якості наданого пропозиції в будь-якій точці, в будь-який час;

Оптимізація – впевненість в придбанні кращого пропозиції на ринку;

Сталість – формує почуття впевненості і стабільності, усвідомлення переваги перед іншими користувачами;

Естетична – отримання задоволення від зовнішнього вигляду і юзабіліті продукту.

Визначення ключових переваг концепції потенційно товару показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентом
1	простота і зручність у використанні	вся робота зводиться до натискання декількох кнопок	Простий і доступний інтерфейс
2	універсальність	незалежно від виробника приладу обліку, порядок дій не змінюється	Підходить до будь якого пристрою; немає необхідності перенавчати персонал для роботи з новим типом лічильника
3	ергономічність	у персоналу немає більше необхідності брати на виїзд ноутбук	Не потребує додаткового обладнання для налаштування

Для вироблення чіткого та переконливого уявлення про продукт компанія повинна створити концепцію розвитку та маркетингової комунікації з потенційними покупцями. Концепція маркетингової комунікації, яка буде застосовуватися для заохочення нових покупців та розширення ринку збуту продукту представлена у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Концепція маркетингової комунікації

№	Цільові групи	Канали комунікацій цільових клієнтів	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного повідомлення
1	Промислові та прирівняні до них споживачі з приєднаною потужністю вище 750 кВт	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійність, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
2	Промислові та прирівняні до них споживачі з приєднаною потужністю до 750 кВт	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійність, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
3	Електрифікований залізничний транспорт	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійність, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
4	Електрифікований міський транспорт	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійність, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
5	Непромислові споживачі	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійність, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
6	Сільськогосподарські споживачі	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійність, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
7	Населення	Інтернет, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійність, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
8	Населені пункти	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійність, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність
9	Власні виробничі потреби енергооб'єднань	Інтернет, надання інформаційних зразків, запропонування безкоштовного тестового періоду	Надійність, швидкість, повнота інформації, доступність, простота у використанні	Зацікавити клієнта, спонукати до купівлі	Зручність, надійність, достовірність

Розробка «Smart Meter Communication» показала, що перенесення інструментів операторів АІВС на мобільні платформи має величезні перспективи. Створення багатофункціонального мобільного комплексу, а також його надійного зв'язку з основним центром збору та обробки даних дозволить оперативно вирішувати завдання з обліку енергоресурсів. Використання виробничих мобільних пристроїв в міцному корпусі дає можливість швидко, просто і зручно працювати в будь-яких умовах навколишнього середовища, не піклуючись про збереження устаткування і цілісності даних.

Висновки до розділу 4

Головна ідея розробленого за результатами дисертації стартап-проекту полягає у вдосконаленні комунікацій між споживачем та енергопостачальною компанією за допомогою Smart Metering System. Автором було запропоновано розробити ПЗ, яке виконуватиме такі функції:

1. Достовірне вимір енергоресурсів;
2. Автоматизована і оперативна обробка, передача та подання інформації про фактичне споживання енергоресурсів;
3. Здійснення контролю режиму споживання;
4. Зведення балансу за групами лічильників з метою виявлення безоблікового споживання і фактів впливу на лічильники;
5. Визначення фактичних втрат в мережах;
6. Оцінка ефективності енергозберігаючих заходів та технологій;
7. Управління потоками потужності;
8. Обмеження і відключення енергоспоживання.

Була розроблена послідовність дій при створенні проекту, а також визначена наявність необхідного обладнання для його здійснення.

Далі було визначено ринкові можливості для здійснення проекту та виділені основні групи потенційних споживачів для нововведення.

В кінці роботи ми визначили ключові переваги даного проекту, розробили концепцію маркетингових комунікацій для більш успішного впровадження нововведення.

ВИСНОВКИ

1. Дослідивши лібералізований ринок електричної енергії України, можна зробити висновок, що нова модель ринку електричної енергії може ефективно функціонувати лише за умови повної автоматизації обліку електричної енергії, тобто, коли всі дані для проведення розрахунків та керування режимами електроспоживання збираються, обробляються, верифікуються і валідуються в автоматизований спосіб із застосуванням автоматизованих систем комерційного обліку електричної енергії. Проте, не у всіх споживачів електричної енергії впроваджено АСКОЕ. Якщо АСКОЕ немає, тоді немає повної та достовірної інформації щодо обсягів виробленої, відпущеної, переданої, розподіленої, імпортованої та експортованої, а також спожитої електричної енергії у визначений проміжок часу. Кожного дня оператор балансувального ринку має проводити розрахунки, а комплекту даних немає. І для того, щоб комплект даних був, знайшли спосіб їх заміщувати, скинувши всі втрати на тих споживачів, які не мають автоматизованого обліку. І відповідно виникає проблема великих відхилень, великих небалансів, тому що дані недостовірні і на основі цих даних не можна балансувати ринок. В результаті кошти виходять з обороту і недоступні електропостачальникам. Це все призводить до неефективності ринку.

Цінова (тарифна) політика держави, яка проводиться через ОРЕ, є неефективною і непрозорою.

Утримання низьких цін на електроенергію для побутових споживачів шляхом застосування механізму дотаційних сертифікатів призводить до завищення цін на електроенергію для промислових споживачів, що знижує конкурентоспроможність їх продукції. Цей механізм є непрозорим і створює можливості для зловживань і корупції.

2. Було обгрунтоване нормативне значення участі електропостачання. Також розраховано тариф закриття місяця для споживачів групи «а» і групи «б». Проаналізувавши особливості комерційного обліку на ринку електричної енергії

України, принципи та методи формування інформаційного забезпечення можна зробити висновок, що проблема споживачів групи «б» полягає у тому, що звіт погодинного споживання формує оператор системи розподілу за своїми графіками. ОСР від загального графіку споживання віднімає загальне споживання групи «а» і залишок розподіляє на групу «б», формує погодинний звіт, виходячи з прогнозного обсягу, який подає споживач перед початком місяця. Також по групі «б» немає можливості побачити фактичне погодинне споживання по конкретному об'єкту, тому що в звіті представлені сумарні результати усіх споживачів по конкретній області. З точки зору НКРЕКП це вдалий спосіб заміщувати дані. Тому що для операторів системи розподілу по факту немає небалансів, тобто немає втрат. Він взяв усі втрати і скинув на тих, у кого немає АСКОЕ або там, де воно не функціонує. Здавалося, що це гарна ідея. А по факту виявилось, що втрат немає, а балансувати не можна, тому що дані недостовірні і на основі цих даних не можна звести баланс.

Провівши розрахунки, можна побачити, що тариф для споживачів з АСКОЕ є більш вигідним, а відхилення планового обсягу від фактичного є незначним, порівняно зі споживачами без АСКОЕ. Також розрахунки показали, що впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії для споживачів групи «б» є економічно вигідним. До того ж це покращить інформаційну взаємодію споживача і електропостачальника, знизить кількість небалансів, відповідно, у споживача буде нижчий тариф закриття місяця, а в електропостачальника фінансова складова не буде виходити з обігу. Такий підхід дає можливість підвищення ефективної роботи лібералізованого ринку електричної енергії України, який може ефективно функціонувати лише за умови повної автоматизації обліку електричної енергії.

3. Проаналізувавши специфікацію послуг з постачання електричної енергії, принципи застосування та результати функціонування Smart-систем в лібералізованому ринку електричної енергії України, можна зробити висновок,

що в світі є досить актуальним впровадження «інтелектуальних» систем обліку енергоресурсів Smart Metering, здатних на якісно новому рівні надійності забезпечити:

- вимір енергетичних ресурсів;
- управління та контроль за їх постачанням, транспортуванням і споживанням;
- автоматизовану передачу, обробку та надання інформації про споживання ресурсів;
- формування ситуаційних баз даних про енергоспоживання з елементами інформаційної підтримки задач управління споживанням енергоресурсів і ряд інших завдань.

Розроблено стартап-проект у вдосконаленні комунікацій між споживачем та енергопостачальною компанією за допомогою Smart Metering System.

4. Стартап-проект показав, що перенесення інструментів операторів AIBS на мобільні платформи має величезні перспективи. Створення багатофункціонального мобільного комплексу, а також його надійного зв'язку з основним центром збору та обробки даних дозволить оперативно вирішувати завдання з обліку енергоресурсів.

Мета створення Smart Metering загалом переслідує такі ключові завдання:

- підвищення надійності електропостачання та безвідмовності роботи системи;
- підвищення енергетичної ефективності;
- підвищення енергоефективності через вдосконалення комунікацій між споживачем та електропостачальною компанією
- збереження навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про природні монополії» від 20.04.2000 № 1682-III // Офіційний вісник України. – 2000. – 26 травня. – № 19. – С. 7. – Стаття 772.
2. Митюшкіна, К. С. Створення інтегрованих регіональних енергоринків в умовах глобалізації / Митюшкіна К. С. // Економічний часопис– XXI. – 2011. – № 9–10. – С. 7–10.
3. «Умные» решения для интеллектуальных энергосистем [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.pwc.ru/en/energy-utilities-mining/publications/assets/smartgrid_rus.Pdf.
4. Бохонко І. В. Особливості формування ринку електроенергії України на конкурентних засадах/ І. В. Бохонко // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – 2015. - №3. – С. 33-37
5. Поковальников С.В. Развитие генерирующих мощностей в условиях олигопольного электроэнергетического рынка / С.В. Подковальников, О.В. Хамисов // Электронное моделирование. — 2011. — Т. 33. — № 4. — С. 83—98.
6. Медвідь, Ф. М. Енергетична безпека України: становлення національної стратегії / Медвідь Ф. М. // Наукові праці МАУП. – 2010. – №. 1(24). – С. 201–206.
7. Ринок електроенергії в Україні. Проблеми вдосконалення [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/Monitor/april08/14.htm>
8. Васин А.А. Анализ краткосрочной эффективности механизмов оптового рынка электроэнергии / А.А. Васин, Е.А. Дайлова // Журнал Новой экономической ассоциации. — 2013. — № 2. — С. 35—60.
9. Порядок контролю достовірності даних комерційного обліку в АСКОВЕ ОРЕ / Розроб.: М. Арбузов, А. Скрипниченко, М. Смик, А. Сливченко, В. Войціцький, В. Арбузов (керівник розробки) // Затв. ТОВ «НВП «Преобразователь» 30.04.2013р. – 80 с

10. Хомутов О.И. Моделирование оптового рынка электроэнергии на основе агентно-ориентированных моделей / О.И. Хомутов, А.Н. Попов, О.А. Штраухман, О.Л. Никитина // Ползуновский вестник. — 2011. — № 2. — С. 14—19.
11. Постанова Кабінету Міністрів України від 16.11.2002 № 1789 «Про схвалення Концепції функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України».
12. Лисин Е.М. Современные подходы к разработке моделей рынков электроэнергии и исследованию влияния рыночной силы на конъюнктуру энергорынка / Е.М. Лисин, В. Стриелковски, А.Н. Григорьева, Ю.А. Анисимова // Вектор науки ТГУ. — 2013. — № 1 (23). — С. 172—178.
13. Оптовий ринок електричної енергії України: утворення, функціонування, розвиток / Заг. ред. З. Ю. Буцьо. — К.: ЦОІ «Енергобізнес», 2012. — 111 с.
14. Суходоля, О. М. Системний аналіз механізмів державного управління у сфері енергоефективності [Електронний ресурс] / Суходоля О. М. — Режим доступу: <http://www.academy.gov.ua/ej/ej2/txts/soc/05somuse.pdf>.
15. Бурков В.Н. Организационные механизмы управления в электроэнергетике / В.Н. Бурков, М.В. Губко, Д.А. Новиков // Управление развитием крупномасштабных систем. — 2012. — С. 261—278.
16. Брич В. Реформування ринку електроенергії України в контексті її інтеграційних намірів / В. Брич, М. Федірко // Вісник ТНЕУ. — 2013. — № 1. — С. 7—18.
17. Постанова НКРЕКП – Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0231-15>.
18. Закон України «Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг» від 22.09.2016 № 1540-VIII

19. Офіційний сайт Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг: <https://www.nerc.gov.ua/>

20. Equilibrium and non-equilibrium models of the power markets / R. Shahrjerdi, M.K. Anuar, F. Mustapha, N. Ismail and M. Esmae // African Journal of Business Management. — 2012. — Vol. 6 (4), pp. 1614—1625.

21. Вимоги до порядку збору, обробки та обміну даними комерційного обліку електроенергії в ОРЕ України / Розроб.: О.В.Коцар – керівн. розроб., Ю.О.Расько // Затв. ІЕЕ НТУУ «КПІ» 10.01.2013р. – 75 с.

22. Порядок перевірки даних, отриманих від автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії суб'єктів ОРЕ // Погоджено постановами НКРЕ від 16.06.2011 №1042 та від 17.11.2011 №2195 – 9с – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.er.energy.gov.ua/doc.php?c=1228>.

23. Нормативне забезпечення комерційного обліку в ОРЕ України / О.В.Коцар // Третя міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні енергетичні системи – ІЕС (ESS'13)» – Закарпатська обл., Україна, 10-14 червня 2013 р. Доповідь.

24. Концепція Інформаційно-обчислювального комплексу Головного оператора Системи комерційного обліку Оптового ринку електроенергії України / Розроб.: А.В.Праховник – керівн. розроб., О.В.Коцар, Ю.О.Расько // Затв. ДП «Енергоринок» 10.11.2011р. – 68 с.

25. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку України // Затв. спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держкоенергозбереження, Держстандарту, Держбуду та Держкомпромполітики України від 17 квітня 2000 року № 32/28/28/276/75/54.

26. Проект Кодексу комерційного обліку електроенергії / Версія 1.1 від 30.11.2011р.

27. Коцар О.В. Комплексне забезпечення достовірності та актуальності даних комерційного обліку в умовах запровадження в Україні ринку

двохсторонніх договорів і балансууючого ринку // Енерг. та електрифікація. - 2011. – №3 – С. 27 – 39.

28. Концептуальні підходи до забезпечення стійкого функціонування АСКОВ в умовах РДДБР. Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні / Праховник А.В., Коцар О.В. // VIII Науково-практична конференція – Матеріали, Київ, 2011. – С.7 – 28.

29. Сабадаш, В. Організаційно-економічні засади неконфліктної політики в енергетичному секторі / Сабадаш В. // Економіст. – 2011. – № 3. – С. 6–10.

30. Овсієнко, О. В. Енергетична безпека: конфлікт соціально-економічних інтересів / Овсієнко О. В. // Вісник Національної юридичної академії України імені Ярослава Мудрого. – 2011. – № 4. – С. 55–65.

31. Про затвердження кодексу комерційного обліку електричної енергії /Постанова НКРЕКП № 311 від 14.03.2018 (у редакції постанови від 2020 №716)

32. Про затвердження Тимчасового порядку визначення обсягів купівлі електричної енергії на оптовому ринку електричної енергії електропостачальниками /Постанова НКРЕКП № 2118 від 28.12.2018.

33. Погодинні середньозважені ціни купівлі-продажу електроенергії
URL: <https://www.oree.com.ua/index.php/pricectr> (дата звернення 24.11.2020).

34. Фактичні ціни небалансів за серпень та жовтень 2020

URL: https://ua.energy/uchasnikam_rinku/rezultaty-balansuyuchogo-rynku-2/#1590479495816-2c212666-d2fa (дата звернення 24.11.2020)

35. Мороз О. М. Використання технологій smart grid для підвищення ефективності електропостачання споживачів / Мороз О. М., Черемісін М. М., Савченко О. А., Попадченко С. А., Дюбко С. В. // Енергетика: економіка, технології, екологія. - 2017. - № 3 (49) – С. 45-50

36. Концепция "электроэнергия — товар" как катализатор развития Smart Grid / Ледин С. // Автоматизация в промышленности. № 4, 04.2012

37. Стогній Б.С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, С.П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – №6. – С. 44-50.
38. Бернд Михаэль Бухгольц. Инновационная техника для интеллектуальных электрических сетей Smart Grid /Электрика. - № 11. - 2010.– С. 9-15.
39. Кобец Б. Б. Анализ мирового и российского опыта использования технологий Smart Grid. Разработка рекомендаций по применению технологий Smart Grid в российской электроэнергетике / Б. Б. Кобец, И. О. Волкова., В. Р. Огороков. А. В. Березин // Научно-технический отчет, НП "ИНВЭЛ". – Москва. – 2010. - 110 с.
40. На пути к Smart Grid: ИТ для интеллектуального учета [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.smartgrid.ru/sg-industriya/tehnologii-i-resheniya/na-puti-k-smart-grid-it-dlya-intellektualnogo-ucheta>
41. Башмаков И. А. Поддержка систем интеллектуального учета потребления энергоресурсов в жилых зданиях / И. А. Башмаков / Энергосбережение. – №7. – 2015 – С. 46-49.
42. Кычкин А.В. Программно-аппаратное обеспечение сетевого энергоучетного комплекса // Датчики и системы. – 2016. – № 7(205). – С. 24–32.
43. Розроблення стартап-проекту: Методологічні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. Ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28с.
44. Механізми функціонування нової моделі ринку електричної енергії України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nerc.gov.ua>
45. Модели рынков несовершенной конкуренции: приложения в энергетике / Под ред. В.И. Зоркальцева, Н.И. Айзенберг. — Иркутск: ИСЭМ СО РАН. — 2015. — 286 с.